

Maria José Miranda Pires Quintas

**ATIVIDADES SOBRE O SOM, NO ÂMBITO DE UM CLUBE
DE CIÊNCIAS E ENVOLVENDO O ANO INTERNACIONAL DO
MORCEGO**



**Departamento de Física e Astronomia
Faculdade de Ciências da Universidade do Porto**

Setembro, 2012

Maria José Miranda Pires Quintas

**ATIVIDADES SOBRE O SOM, NO ÂMBITO DE UM CLUBE
DE CIÊNCIAS E ENVOLVENDO O ANO INTERNACIONAL DO
MORCEGO**



**Tese submetida à Faculdade de Ciências da Universidade
do Porto para a obtenção do grau de Mestre em Física e
Química em Contexto Escolar**

Orientação do Professor Doutor Paulo Simeão Carvalho

Departamento de Física e Astronomia

Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Setembro, 2012

“Cada pessoa deve trabalhar para o seu aperfeiçoamento e, ao mesmo tempo, participar da responsabilidade coletiva por toda a humanidade.”

Marie Curie

AGRADECIMENTOS

Após a conclusão da dissertação que a seguir se apresenta, tornou-se ainda mais evidente que a concretização da realização do sonho da obtenção do grau de mestre na Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, só foi possível graças à partilha de saberes e às palavras de incentivo e confiança transmitidas por inúmeros professores, familiares, amigos, alunos e colegas.

Reconheço que muitas páginas deveriam ser dedicadas a todos quantos caminharam comigo ao longo destes dois anos letivos de grandes desafios e que contribuíram para intensificar em mim o gosto pela Física e Química e consequentemente permitiram que estivesse ao meu alcance contagiar os meus alunos, com o meu entusiasmo.

Desta forma, quero aqui expressar a minha gratidão/ reconhecimento a algumas das pessoas muito especiais, que me fizeram acreditar que a citação de Arquimedes: *“Deem-me uma alavanca e um ponto de apoio e eu levantarei o mundo”*, deverá ser a nossa fonte de inspiração:

- ✓ ao meu orientador, Professor Doutor Paulo Simeão Carvalho por me ter contagiado pela ânsia de dar resposta às questões alusivas à Física, recomendado sugestões de melhoria, auxiliado a concluir qual o caminho mais eficaz em prol do sucesso educativo dos meus alunos. Levarei comigo os inúmeros conhecimentos que me transmitiu e gravarei na memória o prazer que me transmitiu na procura da perfeição e no orgulho de ser professora.
- ✓ À direção da Escola onde realizei o estudo, que desde logo se mostrou muito recetiva à aplicação da investigação e sempre fez tudo o que estava ao seu alcance para que me fosse possível frequentar o maior número de aulas, no ano curricular da tese.
- ✓ Aos meus alunos, que me facultaram os dados alvo de estudo e me fizeram acreditar o quão gratificante é ser professora e lutar pela procura das melhorias das práticas educativas.
- ✓ À minha mãe, irmã Carla Quintas, tio Xavier Miranda, tio Zé Miranda e Ana Paula Martins, pelo facto de os considerar uma “força da natureza”. Graças a eles fizeram-me acreditar que tudo está ao nosso alcance, basta nós querermos verdadeiramente.
- ✓ À minha mãe, Antónia Miranda, que me deu o dom da vida, me ensinou a lutar com dignidade, aceitou e compreendeu os inúmeros momentos de ausência e sempre acreditou no meu sucesso profissional, numa área que ela sempre reconheceu ser demasiado complexa e abstrata.
- ✓ Aos meus amigos: Hugo Trigo, Carla Franco, Francisco Fernandes, Sílvio Fernandes, Bruna Miranda, Rita Miranda, Florinda Cesária Fernandes, Ana Alves, Marcela Seabra, Liliana Cruz, Carla Nogueiro, Sofia Preto, Rosalba Leão e Ricardo Godinho

que sempre se disponibilizaram para me ajudar e nunca se coibiram de desviar as pedras que se atravessaram no meu caminho.

- ✓ Aos meus professores e colegas que tive o prazer de conhecer no mestrado de Física e Química em Contexto Escolar e que com eles muito aprendi.
- ✓ À D. Rosalina Neves, da Biblioteca de Física e Astronomia da FCUP, pelas constantes palavras de incentivo e auxílio na pesquisa de livros e documentos imprescindíveis à realização de exames/ trabalhos.
- ✓ À equipa de Saúde Escolar do Centro de Saúde de Paços de Ferreira (Enfermeira Fátima Sousa e Dr.^a Michelle Cintra), que se disponibilizaram para realizar exames audiométricos aos alunos da turma C, que frequentavam o Clube de Ciências Físico-Químicas.
- ✓ Às monitoras do Centro de Ciência Viva do Alviela que me elucidaram das iniciativas de conservação, pesquisa e educação a dinamizar durante o Ano Internacional do Morcego (2011/ 2012).

RESUMO

Nesta intervenção pretendemos investigar que estratégias de ensino e aprendizagem, associadas à comemoração do ano Internacional do Morcego (2011/ 2012), poderão ser dinamizadas nas sessões de um Clube de Ciências Físico-Químicas, de forma a potenciar ganhos significativos de aprendizagem, na abordagem do tema “Som e Audição” (8.º ano de escolaridade). Para tal, partiu-se das seguintes hipóteses: 1. as Atividades Práticas de Laboratório (APL) e as Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) são recursos educativos que promovem a aprendizagem dos alunos; 2. a apresentação dos conceitos físicos sob a forma de desafios/ questões problema, constituem uma estratégia motivadora.

A investigação foi aplicada pela autora na Escola Básica 2, 3 de Frazão (2011/ 2012). Trata-se de uma escola inserida num meio socioeconómico desfavorecido.

Os alunos das 4 turmas de 8.º ano foram divididos em dois grupos: o Grupo de Controlo (alunos que apenas frequentaram as aulas de CFQ da investigadora, segundo um método expositivo e sem a realização de qualquer tipo de atividade) e o Grupo Experimental (alunos que para além de frequentarem as aulas de CFQ, também decidiram, por iniciativa própria, participar nas sessões do Clube). Em cada uma das turmas havia alunos que pertenciam a ambos os grupos, sendo que o primeiro grupo contou com a presença de 58 alunos e o segundo com 38 alunos.

Para a validação das hipóteses, seguimos as seguintes etapas: 1. análise das concepções prévias alusivas aos conceitos de som referidas na literatura; 2. caracterização do público-alvo e do meio escolar; 3. elaboração e aplicação de um Pré-Teste a todos os alunos; 4. implementação de uma metodologia de ensino construtivista (baseada no ensino experimental das ciências e na exploração das TIC), para os alunos que frequentavam as sessões do Clube de CFQ; 5. sensibilização dos alunos para a problemática da proteção do ambiente e em particular para os problemas resultantes da poluição sonora; 6. Realização de exames audiométricos, em parceria com a equipa de Saúde Escolar do Centro de Saúde de Paços de Ferreira, para os alunos que frequentaram o clube; 7. Análise da eficácia da metodologia de ensino e aprendizagem usada, através do tratamento estatístico das respostas dadas nos Pré e Pós-testes, pelo cálculo dos respetivos ganhos absoluto e relativo normalizado de aprendizagem, tanto para o Grupo de Controlo (GC), como para o Grupo Experimental (GE); 8. identificação dos eventuais obstáculos epistemológicos à aprendizagem do Som e Audição; 9. Recolha do *feedback* dos alunos pertencentes ao Grupo Experimental; 10. Apresentação das conclusões e reflexão acerca de algumas propostas de melhoria e sugestões de projetos futuros.

Em termos de recursos interativos, foram selecionados 18 APL, 11 *software* e 10 vídeos, que nos permitiram elaborar um programa-guia de atividades, que orientasse o trabalho dos

alunos do GE, durante o processo de ensino e aprendizagem. Do universo das 18 APL, 11 Roteiros de Exploração de Software Educativo (RESE), 8 Roteiros de Exploração de Vídeo Educativo (REVE) e 2 Roteiros de Tradução de Vídeo Educativo (RTVE), foram apenas exploradas, nas sessões do clube de CFQ, 11 APL, 3 RESE e 1 REVE.

Na penúltima sessão do clube de CFQ os alunos tiveram ainda a oportunidade de participar num Quiz constituído por 13 questões de resposta fechada, com uma tipologia semelhante ao programa de televisão: “Quem Quer Ser Milionário?”.

Os resultados obtidos nos dois grupos de investigação permitiu-nos concluir que: 1. as estratégias implementadas contribuíram para significativos ganhos relativos normalizados de aprendizagem, a saber: 20,8 % e 34,2 %, respetivamente no Grupo de Controlo (GC) e Grupo Experimental (GE); 2. as APL e as TIC constituem recursos de ensino e aprendizagem potencialmente enriquecedoras na abordagem de conceitos alusivos à temática Som e Audição e quando devidamente exploradas, promovem uma significativa mudança conceptual.

A maioria dos alunos que frequentaram o clube expressaram no inquérito final, que a planificação e a concretização das atividades dinamizadas se classificam com o parâmetro máximo, tendo alguns expresso que numa futura participação de um clube, seria do seu agrado dar continuidade à realização deste tipo de atividades laboratoriais e com recurso às TIC.

ABSTRACT

In this document, we intend to investigate strategies for teaching and learning associated with the celebration of the International Year of the Bat (2011/2012), that may be streamlined in a club sessions of Physics and Chemistry (club of Physics and Chemistry), in order to maximize learning gains in approach theme "Sound and Hearing" (8th secondary school). To this end, we started with the following assumptions: 1st Activities Practices Laboratory (APL) and the Information and Communication Technologies (ICT) are educational resources that promote student learning; 2nd the presentation of the concepts in the form of physical challenges / questions problem constitute a motive strategy.

The research was applied by the author in the Primary School 2, 3 of Frazão in the academic year 2011/2012. It is inserted in a poor socioeconomic environment. The students of the four classes of 8th year were divided into two groups: the control group (students who only attended Physics and Chemistry classes of the investigator, according to a lecture method and without performing any kind of activity) and the experimental group (students in addition to attending Physics and Chemistry classes and that also have decided, on its own initiative, to participate in meetings of the club). In each class there were students who belonged to both groups, and the first group was attended by 58 students and the second with 38 students.

To validate the hypothesis, we follow the following steps: 1st analysis of previous conceptions alluding to the concepts of sound referred to in the literature; 2nd characterization of the target audience and the school environment, 3rd development and implementation of a Pre-Test to all students; 4th implementation of a constructivist teaching methodology (based on experimental science teaching and exploring ICT) extended to the pupils that were attending the sessions of the club of Physics and Chemistry; 5th students' awareness to the problem of the protection of the environment and in particular to the problems arising from noise pollution; 6th Audiometric examinations, in partnership with the Team Health of the School Health Center of Paços de Ferreira, for students who attended the club of Physics and Chemistry; 7th Analysis of the effectiveness of teaching and learning methodology used by the statistical treatment of the answers given in the Pre and Post-tests by calculating the respective gains absolute and relative standard of learning for both the Control Group (CG), and for the Experimental Group (EG), 8th identification of potential epistemological obstacles in the learning of Sound and Hearing, 9th Collect of the feedback from students belonging to the Experimental Group; 10th Presentation of conclusions and reflection about some improvement proposals and suggestions for future projects. In terms of interactive features,

we selected 18 APR 11 software and 10 videos, that allowed us to develop a program guide for activities that allowed us to develop a program guide for activities that could guide students' work from GE, during the process of teaching and learning. Of the universe of the 18 APL, 11 Routes of Exploration Educational Software (RESE), 8 Routes Exploring Educational Video (HORT) and 2 Roadmaps Translation of Educational Video (RTVE), were only explored in sessions of the club of Physics and Chemistry, APL 11, 3 and 1 RESE REVE.

In the penultimate session of the club of Physics and Chemistry, the students had also the opportunity, to participate in a quiz consisting of 13 questions of answer closed with a typology similar to the television show "Who Wants to Be a Millionaire?".

The results obtained in the two research groups enabled us to conclude that: 1st the strategies that were implemented, contributed to significant gains relative standard of learning, namely 20.8% and 34.2%, respectively in the Control Group (CG) and Experimental Group (EG); 2nd the APL and the ICT are resources that potentially enriches the teaching and learning approach of thematic concepts of Sound and Hearing and when properly exploited, promote a significant conceptual change.

Most of the students, who attended the club expressed at the end of the inquiry, that the planning and implementation of streamlined activities were classified with the maximum setting, and some expressed, that in a future participation in a club, it would be pleasing to continue the implementation of this type of laboratory activities and using ICT.

ÍNDICE

Agradecimentos	4
Resumo	6
Abstract	8
Capítulo 1 - Introdução	13
1.1. Contextualização do ensino-aprendizagem	13
1.2. O trabalho experimental e as TIC no ensino da Física	16
1.2.1. A importância das atividades práticas de laboratório (APL)	16
1.2.2. Evolução histórica do trabalho experimental	17
1.2.3. A realidade portuguesa na aplicação do método experimental	18
1.2.4. As APL em ambientes virtuais	19
Capítulo 2 - Enquadramento teórico	23
2.1. Estado de Arte	23
2.2. Abordagem da acústica ao longo dos currículos escolares portugueses	28
2.2.1. O som nos programas curriculares de 1.º Ciclo do Ensino Básico	28
2.2.2. O som nos programas curriculares de 2.º Ciclo do Ensino Básico	30
2.2.3. O som nos programas curriculares de 3.º Ciclo do Ensino Básico	32
2.2.4. O som nos programas curriculares do Ensino Secundário	35
2.3. Revisão da literatura sobre as concepções pré-existentes acerca da temática do som	36
Capítulo 3 - Investigação	40
3.1. Objetivos da investigação, Hipóteses e Fundamentação	40
3.2. Amostragem	43
3.2.1. Caracterização do público-alvo	43
3.2.2. Caracterização da Escola	54
3.3. Instrumentos usados na investigação	57

3.3.1.	Ficha diagnóstica de 8.º ano	58
3.3.2.	Cartaz de divulgação do clube de Física e Química	59
3.3.3.	Pré-Teste	59
3.3.4.	Recursos didáticos utilizados no Clube de CFQ	60
	3.3.4.1. Atividade Prática de Laboratório (APL)	61
	3.3.4.2. RESE/ REVE/ RTVE	62
3.3.5.	Quiz	65
3.3.6.	Pós-Teste	67
3.3.7.	Inquérito	67
Capítulo 4 - Apresentação e discussão dos resultados obtidos		70
4.1.	CrITÉrios de avaliação dos Pré e Pós-Testes	71
4.2.	Apresentação e análise dos resultados por turma	75
	4.2.1. Apresentação e análise dos resultados do Pré-Teste, por turma	77
	4.2.2. Apresentação e análise dos resultados do Pós-Teste, por turma	78
4.3.	Apresentação dos resultados, por grupo de intervenção	80
4.4.	Ganhos de Aprendizagem	104
	4.4.1. Metodologia de Ganhos de Aprendizagem	104
	4.4.2. Aplicação da metodologia de Ganhos de Aprendizagem	105
4.5.	Inquérito	109
	4.5.1. Caracterização da amostra	109
	4.5.2. Avaliação das sessões do Clube de CFQ	110
	4.5.3. Avaliação da intervenção da Professora	112
	4.5.4. As minhas sugestões	112
Capítulo 5 - Conclusões e propostas futuras		115
5.1.	Considerações sobre o estudo	115
5.2.	Constrangimentos e sugestões de melhoramento	116
5.3.	Propostas futuras	118
5.4.	Reflexão final	118
Capítulo 6 - Bibliografia		120
Capítulo 7 - Anexos		126

Capítulo 1 – INTRODUÇÃO

1.1. Contextualização do ensino-aprendizagem

1.2. O trabalho experimental e as TIC no ensino da Física

1.2.1. A importância das atividades práticas de laboratório (APL)

1.2.2. Evolução histórica do trabalho experimental

1.2.3. A realidade portuguesa na aplicação do método experimental

1.2.4. As APL em ambientes virtuais

1. INTRODUÇÃO

1.1. Contextualização do ensino-aprendizagem

(...) *Andar no mundo*
é como atravessar o continente negro
do berço à contracosta.
Vai-se crescendo e andando.
sonhando enquanto é tempo (...)

“Poema da Selva”, in *Novos Poemas de ANTÓNIO GEDEÃO*,
1.ª edição, 1990, Edições João Sá da Costa, Lisboa

Em pleno século XXI e em período de lançamento de novos manuais escolares, torna-se fulcral tomar consciência que o conhecimento científico, com o qual os nossos jovens contactam desde tenra idade, está em constante evolução e cada vez mais à distância de um simples *clique*. Desta forma, partilhamos o pensamento de Edite Briosa (2007, p. 17), ao afirmar que “é preciso redimensionar o verbo ensinar, o que coloca a todos os professores um grande desafio” e a constante necessidade de formação.

Torna-se pertinente assistir a uma viragem no processo de ensino e aprendizagem. Isto significa que o papel das escolas tem de mudar e nenhuma delas deve ficar alheia às mudanças que ocorrem na sociedade em geral.

Na atualidade, os professores deparam-se com alunos mais desmotivados, que deixaram de ver a escola como única fonte de conhecimento e aprendizagem; baixos níveis de conhecimento no âmbito das ciências; situações cada vez mais frequentes de ambientes de indisciplina; professores em estados de ansiedade, divididos entre a obrigatoriedade de cumprir os programas e ao mesmo tempo, na tentativa de implementar estratégias de ensino que vão ao encontro do grau de motivação de uma geração *zap*.

Uma realidade que também partilhamos é a de que “a educação científica atual encontra-se demasiado isolada das questões da vida quotidiana dos estudantes de todas as idades e também das preocupações morais e sociais mais amplas dos alunos de maior idade” (Lemke, 2006, p. 9).

Verificamos que os currículos de ciências que se lecionam nas escolas se mantêm inalteráveis, no que concerne quer às metas, bem como às orientações metodológicas propostas, não acompanhando as constantes mudanças/ motivações do público-alvo. Neles é feito apenas uma fraca referência à utilização das Tecnologias da Comunicação e Informação (TIC), nomeadamente na exploração de simuladores/ vídeos/ jogos *online*, de forma a auxiliar

a leção dos conceitos que os alunos classificam de abstratos. Esta situação está a gerar uma necessidade de reflexão e posterior mudança de estratégias e metas, aliada ao construtivismo (Pozo e Gómez Crespo, 2004).

Hoje, a ciência que é apresentada aos alunos não deverá ter um cariz de verdade irrefutável, que carece de uma evolução científica, potenciando uma memorização mecanicista da ciência.

Na opinião de Tamayo e Orrego (2005), o que se procura no ensino da ciência é

“que os alunos compreendam o significado das ideias científicas, que conheçam os seus alcances, os seus limites, que identifiquem que se existe algo consistente no trabalho científico é a evolução e a mudança das teorias e dos modelos construídos pelos cientistas.”

Os conteúdos programáticos não deverão jamais ser apresentados aos alunos como produto final, mas como um caminho longo, fruto de verificações e confrontação de ideias, sempre numa perspectiva construtivista e de trabalho inacabado (Dushl, 1997). A construção do conhecimento científico deverá ser encarada como um somatório de ideias/ leis/ teorias, em que impera o espírito colaborativo entre investigadores e cientistas.

Verificamos que nos atuais currículos programáticos se omite a forma como evolui a própria ciência e o motivo porque determinadas leis/ teorias sofreram alterações ou se tornam completamente obsoletas ou desajustadas à explicação dos fenómenos. Desta forma, é frequente ensinar-se “o quê”, mas omitir-se o “como” (Tamayo e Orrego, 2005) e o “porquê”.

Sendo assim, deve-se ensinar ciência como

“um saber histórico, de carácter provisório, tentando fazê-los participar de algum modo no processo de elaboração do conhecimento científico, com as suas dúvidas e incertezas, o que requer deles também uma forma de abordar a aprendizagem como um processo construtivo de busca de significados e interpretações.” (Pozo e Gómez Crespo, 2004)

Na verdade, se por um lado os professores não deverão ter um papel demasiado autoritário, onde o debate de ideias não seja contemplado e se limitem a debitar conteúdos, por outro, o aluno não deverá memorizar os conteúdos científicos apenas com o fim de os “debitar” nas fichas de avaliação.

Dois autores que se destacam como estudiosos do construtivismo e a sua aplicabilidade em contexto de sala de aula são Brooks e Brooks (1993 e 1999). Estes autores referem que o ensino está longe de ser um processo contínuo e:

“a qualidade do ambiente de aprendizagem não é apenas função de onde os alunos vão terminar nos períodos dos testes ou de quantos estudantes terminam aí. A natureza da dinâmica da aprendizagem torna difícil circunscrever nos instrumentos de avaliação os limites do conhecimento e da expressão.”

No que concerne aos ambientes tradicionais de aula e aos sentimentos vivenciados pelos

alunos em vésperas de provas de avaliação, estes autores revelam que:

“numa sala de aula construtivista, o professor procura conhecer os entendimentos dos estudantes acerca dos conceitos e, a seguir, estrutura oportunidades para os estudantes refinarem ou reverem estes entendimentos colocando-os em contradição, apresentando-lhes novas informações, colocando-lhes questões, encorajando-os à pesquisa ou envolvendo os estudantes em inquéritos concebidos para desafiar as suas concepções atuais.”

A sociedade dos nossos dias depara-se com uma necessidade de mudança cultural contínua, em que se impõe que os alunos procurem interpretar e compreender os assuntos da atualidade. Neste contexto, assistimos a uma geração desejosa de mais informação e que valoriza a aprendizagem contínua. Porém, a escola apresenta-se cada vez menos como a única fonte de conhecimento.

O professor deve abandonar o papel tradicional de (re)transmissor do conhecimento, lançando questões motivadoras enquadradas ao contexto real dos alunos, passando a desempenhar a função de “mentor que ajuda na busca do saber” (Paiva *et al*, 2006). Nesta perspetiva, o professor também passa a ser (co)aprendente, com os seus alunos, colegas e restante comunidade.

Em prol do sucesso do ensino e aprendizagem, parece-nos importante que os docentes tenham em consideração a “educação já existente, de modo a ajudar o aluno a desenvolvê-la e a reorientá-la continuamente” (Rosa, 1993, p. 129).

Sabemos que a utilização das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) fazem parte das ações diárias dos alunos e se apresentam como um recurso de grande potencial para a compreensão de conteúdos no âmbito das ciências. Desta forma, as TIC deverão também fazer parte das práticas letivas nas nossas escolas e prevê-se (talvez ainda com um pouco de utopia) que a aula ideal do futuro

“será bastante suportada tecnologicamente, com recursos complementares digitais, com e sem fio, com bastantes alternativas síncronas e assíncronas de aprendizagem, permitindo respeitar ritmos próprios, superar barreiras geográficas e trabalhar colaborativamente. Mas o homem em primeiro lugar! Se eu não puder cheirar a manhã de orvalho, se não puder ouvir o barulho da escola, se eu não puder abraçar um aluno que ria ou que chore, eu não quero lá estar!...” (Paiva, 2004).”

Conscientes destas profundas alterações, foi nosso propósito neste estudo, dinamizar estratégias de ensino conducentes à aprendizagem significativa dos alunos, promovendo o desenvolvendo do espírito crítico e autónomo, em que professora e alunos estivessem lado a lado nas suas “investigações” científicas. Neste contexto, houve a necessidade de planificar as atividades, lançar questões motivadoras, propor formas de solucionar as dúvidas e por fim, auxiliar os alunos na formulação das conclusões.

1.2. O trabalho experimental e as TIC no ensino da Física

*Transcendente (que transcende)?
Sobre-humano (além do humano)?
Oh, feliz de quem entende,
De quem busca e surpreende
Os pontos, a reta e o plano! (...)*

“Sou assim”, in *Poesias completas de ANTÓNIO GEDEÃO*,
1968, Portugália Editora, Lisboa

1.2.1. A importância das atividades práticas de laboratório (APL)

Diversos estudos têm revelado os métodos ideais de aplicação do trabalho experimental, de forma a potenciar a compreensão da ciência. De facto, esta estratégia de ensino revela-se de grande importância em benefício do sucesso educativo dos nossos alunos (Lopes, 2007).

Educadores em ciência expressam que

“a exclusividade do laboratório reside principalmente em proporcionar aos alunos oportunidades em processos de investigação e por inquérito.” (Schwab, 1962; Hurd, 1969; Lunetta & Tamir, 1979).”

Partilhamos a opinião de Hodson (1994) ao afirmar que o trabalho experimental deve conduzir aos seguintes objetivos:

- ✓ aprendizagem da ciência: contribuir para verificar/ descobrir/ explicar uma teoria.
- ✓ aprendizagem sobre a natureza da ciência: aplicar os conhecimentos adquiridos a outros fenómenos ocorridos no dia a dia, aprofundar os métodos alusivos à ciência e fomentar a articulação da ciência com a sociedade.
- ✓ prática da ciência: desenvolver técnicas de investigação da ciência e a resolução de problemas.

A expressão de Lao Tse (570 - 490 a.C.), um filósofo chinês, “eu ouço e esqueço, eu vejo e lembro, eu faço e compreendo”, faz-nos concluir que os docentes devem mover-se para planejar atividades experimentais e propor aos alunos esta estratégia de ensino motivadora.

Para promover o conflito cognitivo e uma gradual mudança conceptual, conducente à construção do conhecimento científico, será importante estimular os alunos com perguntas adequadas, por exemplo numa sequência que promova as tarefas de Gunstone: Prever- Observar- Explicar (POE).

De acordo com o referido autor, o desafio é ajudar os alunos a assumir o controlo das suas próprias aprendizagens, na procura da sua compreensão. Neste processo é fundamental

promover oportunidades que estimulem os alunos a fazer perguntas e sugerir hipóteses, tendo por base as vertentes de “*minds-on*” e “*hands-on*”.

Na fase de seleção das atividades experimentais será importante levar em linha de conta os seguintes critérios:

- ✓ que não originem “ruído” (a realização de um trabalho prático carece de uma reflexão prévia e do esclarecimento de dúvidas).
- ✓ que promovam o desenvolvimento cognitivo/ processual/ atitudinal nos alunos.

De seguida irá explorar-se a pertinência de aliar a teoria à prática no ensino da Física, proporcionando que caminhem lado a lado. Apresentar-se-á uma evolução histórica das técnicas e métodos científicos e de que forma estes são rentabilizados nas escolas portuguesas. Por fim, exploraremos de que forma as novas tecnologias, nomeadamente simulações disponibilizados *online*, poderão auxiliar na compreensão dos conceitos no âmbito da Física, ou até, em que circunstâncias poderão constituir uma alternativa viável ao tradicional trabalho prático realizado nos laboratórios.

1.2.2. Evolução histórica do trabalho experimental

Face à necessidade premente de procurar uma explicação científica para os fenómenos que ocorriam na natureza, nos séculos XVIII e XIX os contactos entre cientistas de vários países começaram a ocorrer mais facilmente. Verificou-se um incremento do número de cientistas e a necessidade de se reunirem, de forma a partilharem os seus conhecimentos. Surgiram portanto assim as primeiras sociedades científicas, com o objetivo de organizar e divulgar as descobertas em ciência.

A evolução da ciência tal como hoje a conhecemos, em muito se deveu à observação experimental com exatidão, a par da aplicação dos algoritmos matemáticos.

No início da ciência moderna, o trabalho experimental em Física, na altura designado por “filosofia natural”, não era realizado no laboratório e os equipamentos utilizados eram rudimentares.

Até ao século XIX muitas das experiências eram realizadas no exterior, se não relembre-se as que requeriam a necessidade de se lançar balas, com o intuito de estudar o lançamento de projéteis. Outras havia que eram realizadas no interior duma sala, sem requererem condições e equipamentos complexos, tal como a experiência realizada por Newton, para explicar o fenómeno físico da dispersão da luz. Nesta experiência necessitava-se apenas de uma sala escurecida, de um pequeno orifício numa portada (de forma a deixar passar um

feixe de luz solar), de um prisma ótico e de um alvo. Uma vez que nessa época a ciência apresentava uma vertente associada ao entretenimento, muitas das apresentações alusivas às descobertas científicas eram realizadas em espaços públicos, nomeadamente em palcos de praças e até mesmo em teatros construídos para esses fins.

Recuando um pouco mais na história, até ao século XVIII, altura em que se iniciou o estudo da eletricidade, não se sentia a necessidade de criar laboratórios, tal como os que conhecemos hoje em dia. Sentia-se apenas a necessidade de reduzir os níveis de humidade da atmosfera.

O aparecimento dos primeiros laboratórios de Física, ocorridos em 1874, em muito se deveu à necessidade do desenvolvimento das temáticas alusivas à eletricidade, bem como ao magnetismo.

Atualmente é sabido que qualquer teoria requer, para ser verdadeiramente aceite pela comunidade científica como válida, a confirmação experimental. Neste contexto, compreende-se que no ensino da Física, a implementação do ensino experimental se impõe como uma estratégia de cariz obrigatório.

1.2.3. A realidade portuguesa na aplicação do método experimental

As orientações curriculares alusivas à disciplina de Ciências Físico-Químicas (CFQ), referentes ao Ensino Básico sugerem a realização de APL em contexto de sala de aula. Porém, verificamos que por vezes, estas são substituídas por demonstrações realizadas apenas pelos professores, uma vez que as escolas básicas portuguesas ainda têm laboratórios que carecem de equipamentos em número suficiente e no 8.º ano de escolaridade, os professores deparam-se também com uma redução de um segmento de 45 minutos, para a leção dos mesmos conteúdos programáticos.

Os professores são da opinião que os conteúdos programáticos são demasiado extensos para a reduzida carga horária semanal e que tal situação inviabiliza a realização de atividades experimentais, quantas as que seriam necessárias.

Após a reforma do Ensino Básico em 2001, a maioria das escolas tem feito esforços no sentido de implementar os desdobramentos das aulas de CFQ por turnos. Porém, ao contrário do que seria espectável, muitas vezes estas aulas são aproveitadas pelos professores para lecionar/ consolidar matéria ou mesmo até para a resolução de exercícios. A pressão que os professores sentem para a necessidade de dar cumprimento aos programas e preparar os alunos para alcançarem bons resultados, quer no final de cada período, quer no teste intermédio, realizado pela maioria dos alunos no nono ano de escolaridade, têm constituído fatores importantes para a desvalorização do ensino

experimental.

Como resultado, verificamos que o ensino da Física persiste em apresentar um cariz demasiado teórico.

A maioria dos professores que lecionam a disciplina de CFQ no ensino básico, formaram-se em cursos de base na área da Química e alguns revelam que possuem uma falta de formação contínua para a realização de atividades experimentais, sobretudo em Física. Porém, os professores apontam como principais problemas para a realização das referidas atividades: a falta de apoio nas escolas, escassez de tempo para a preparação/ avaliação das atividades, falta de espaços/ equipamentos adequados.

Apesar da autonomia de gestão das escolas portuguesas, as limitações económicas têm constituído uma grande barreira à implementação do trabalho prático em contexto de sala de aula. Porém, somos da opinião que face ao problema anteriormente exposto, as formações contínuas de professores, dinamizadas nas Universidades e em particular, na Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, em muito irão contribuir para solucionar metodologias alternativas inovadoras, com recurso à utilização das Tecnologias da Comunicação e Informação (TIC).

1.2.4. As APL em ambientes virtuais

Atualmente a forma mais fácil e imediata de termos acesso à informação é sem sombra de dúvida, através da internet. Desta forma, é possível disponibilizar um ensino menos teórico, quando os professores facultam endereços de páginas da internet, plataformas de comunicação *Moodle*, *Chat* e o acesso a simuladores virtuais/ vídeos/ *physlets*.

Reconhecemos que a realização das atividades práticas em contexto da sala de aula constituem uma ferramenta de ensino importante para a promoção do conhecimento científico, porém teremos de estar conscientes que nem todos os alunos têm acesso a esses recursos e as escolas portuguesas cada vez mais se deparam com problemas financeiros, o que inviabiliza a aquisição de material de laboratório.

Com a implementação do Plano Tecnológico, as escolas têm vindo a ficar cada vez com mais recursos eletrónicos, potenciando a dinamização de ambientes virtuais em contexto de sala de aula.

Os laboratórios virtuais consistem em simuladores, muitos deles que se encontram disponibilizados na internet, com a possibilidade de fazer o respetivo *download* e serem usados sempre que necessário e a qualquer hora.

O **quadro 1** resume algumas das vantagens/ desvantagens na utilização de laboratórios

virtuais.

Laboratórios Virtuais	Vantagens	<ul style="list-style-type: none">✓ Facilidade de acesso à informação científica.✓ Possibilidade de os alunos poderem repetir a experiência em casa ou na sala de aula, sem grandes custos.✓ Requer apenas ligação à internet.✓ Pode-se aceder em qualquer época do ano.✓ É possível fazer o <i>download</i> e posteriormente ser distribuído por todos os alunos da turma.✓ Permite aos alunos consolidarem os conhecimentos adquiridos na aula.✓ Potencia a compreensão de assuntos que não estão ao alcance da visão humana.✓ Evita que se danifiquem equipamentos de laboratório.✓ Promove um ensino autónomo e do tipo “investigativo”.✓ Estimula o espírito crítico, aquando da comparação do ambiente virtual com o mundo real.✓ Permitem a manipulação de variáveis.✓ Fornecem representações significativas de fenómenos reais.✓ Simulam situações reais, envolvendo menor tempo do que as APL.✓ Elimina a probabilidade da ocorrência de acidentes, quando comparado com situações que requerem a utilização de equipamentos e/ ou reagentes perigosos.
	Desvantagens	<ul style="list-style-type: none">✓ Exige o acesso à internet e conhecimentos mínimos no âmbito das TIC.✓ Dado que se simula um ambiente real, poderá estar-se a “alimentar” o desenvolvimento de determinadas conceções pré-existentes.✓ Requer que o professor analise previamente se é o <i>software</i> adequado para a faixa etária dos alunos e se existem lacunas científicas.✓ Algumas simulações apresentam certos desvios quando comparadas com situações reais.✓ Algumas simulações não permitem alterar todas as

		<p>variáveis que seriam desejáveis caso os alunos realizassem a própria APL.</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Podem conter elementos de distração, normalmente acessórios ao problema em estudo e que inviabilizam o potencial de aprendizagem. ✓ Geralmente, os resultados obtidos não apresentam um desvio às teorias físicas, o que é um fator que impede o desenvolvimento do poder crítico por parte dos alunos. ✓ Poderá bloquear o interesse e a curiosidade e quebrar a expectativas que o aluno traz acerca das ciências experimentais. ✓ Para alunos mais passivos, poderão dar uma visão de ficção da ciência. ✓ Poderá conduzir os alunos para uma “solidão virtual” (“fator Autista”), caso não haja a obrigatoriedade de interação entre alunos e alunos/ professor.
--	--	---

Quadro 1 – Vantagens e desvantagens dos laboratórios virtuais

Reconhecemos o grande potencial da utilização das simulações em contexto de sala de aula. Porém, nunca é demais realçar que estas não devem substituir por completo as APL. Sugerimos que as simulações constituam um complemento à realização do trabalho prático.

Capítulo 2 – ENQUADRAMENTO TEÓRICO

2.1. Estado de Arte

2.2. Abordagem da acústica ao longo dos currículos escolares portugueses

2.2.1. O som nos programas curriculares de 1.º Ciclo do Ensino Básico

2.2.2. O som nos programas curriculares de 2.º Ciclo do Ensino Básico

2.2.3. O som nos programas curriculares de 3.º Ciclo do Ensino Básico

2.2.4. O som nos programas curriculares do Ensino Secundário

2.3. Revisão da literatura sobre as concepções pré-existentes acerca da temática do som

2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO

*Que língua estrangeira é esta
Que me roça a flor do ouvido,
Um vozear sem sentido
Que nenhum sentido empresta?(...)*

“Desencontro”, in *Poesias Completas de ANTÓNIO GEDEÃO*,
1968, Portugália Editora, Lisboa

2.1. Estado de Arte

A investigação educacional tem produzido alguns trabalhos no âmbito da temática Som e Audição e acerca da pertinência da implementação de recursos inovadores em contexto escolar.

Do universo dos diversos trabalhos analisados, os que seguidamente apresentamos, são os que se revelaram mais pertinentes para o desenvolvimento da nossa investigação, tendo impulsionado a necessidade de definir e avaliar a aplicação de novas estratégias de ensino e aprendizagem no âmbito de uma unidade didática do 8.º ano de escolaridade e envolvendo o **Ano Internacional do Morcego** (2011-2012).

1998, Afonso et al publicaram um artigo na Gazeta da Física onde se dá a conhecer os resultados de um estudo no âmbito do projeto “Promover a qualidade do ensino e a aprendizagem do Som e a Audição”, dinamizado pela Universidade do Minho.

A metodologia utilizada consistiu na aplicação de um questionário anónimo, no ano letivo de 1997/ 1998, a docentes de Ciências Físico-Químicas de 37 Escolas do ensino básico 2 + 3 e secundário do norte e centro do país. Devolveram o questionário preenchido 84 professores.

Do questionário constavam perguntas fechadas, seguidas de um pedido de justificação quando estas se afiguravam necessárias. Aquele estava organizado em três partes. A primeira consistia em obter informações para caracterizar a amostra em estudo; a segunda permitia identificar comportamentos e opiniões dos professores acerca dos quatro temas de Física que na altura eram lecionados no 8.º ano de escolaridade e a terceira permitia recolher as opiniões dos professores acerca do ensino e aprendizagem do “Som e a Audição”.

Neste artigo faz-se alusão à reintrodução nos currículos portugueses da temática Som e Audição e da sua importância, uma vez que permite sensibilizar os alunos para questões

como a saúde humana e problemas ambientais que afetam a biosfera, nomeadamente a poluição sonora. Analisam também a opinião de professores quanto à pertinência e constrangimentos sentidos na lecionação deste tema.

As principais conclusões registadas pelos professores são as seguintes:

- ✓ Do universo de 84 professores inquiridos, 54 apontam as seguintes razões, por ordem decrescente, para a exclusão da lecionação deste tema, sempre que sentem que não têm tempo para comprimir o programa: considerarem menos importante para o prosseguimento de estudos; mais elevada complexidade/ abstração do tema; menor preparação do professor; menos motivador para o aluno; menos importante para a formação básica; falta de material didático; menor importância para o quotidiano e prosseguimento de estudos; menor importância/ utilidade no quotidiano.
- ✓ Dos 78 professores que referem a necessidade de frequentarem ações de formação sobre temas que na altura se lecionavam no 8.º ano de escolaridade, 43,6 % apontam o tema Nós e o Universo; 21,8 % o Som e a Audição; 6,4 % Luz e Visão; 15,4 % todas as áreas e 12,8 % não especifica a área.
- ✓ No que concerne à opinião que os professores manifestam acerca das diferentes preferências dos alunos, concluiu-se que dos 47 professores, 55,3 % manifestam que os alunos gostam mais do tema Nós e o Universo; 36,2 % do tema Produção e Distribuição de Eletricidade; 4,3 % do Som e Audição e 4,3 % do tema Luz e Visão. As razões pelas quais alguns professores pensam que os alunos gostam menos do tema Som e Audição têm a ver, essencialmente, com a inexistência de qualquer relação entre esta área e o quotidiano e as dificuldades registadas na compreensão de alguns conceitos, o que pode ser devido ao facto de os alunos possuírem conceções prévias, ou à falta de material didático nas escolas para o ensino desta área. Porém, dois professores apontam razões contrárias, referindo que os alunos preferem esta área temática, sendo a mais aliciante para eles, uma vez que não só é de mais fácil compreensão, mas também aquela em que os conceitos são mais acessíveis e onde há maior probabilidade de realizar atividades experimentais.
- ✓ Quando se questionam os professores sobre os temas a que é dada mais importância para a formação dos alunos, dos 29 professores que responderam, 82,3 % destacam o tema Produção e Distribuição de Eletricidade; 13,8 % Nós e o Universo; 3,4 % Luz e Visão e 0 % Som e Audição. É curioso haver professores (embora em pequeno número) que consideram o “Som e Audição” como a área que os alunos mais gostam, enquanto nenhum professor considere essa área como a mais importante para a formação dos alunos no ensino básico.
- ✓ A relevância que os professores atribuem ao “Som e Audição” prende-se com o facto de estar em causa a formação de cidadãos ou o prosseguimento de estudos. Os conhecimentos alusivos ao som são considerados mais relevantes quando está em

causa a formação de cidadãos (47,9 %), do que quando se considera o prosseguimento de estudos (24,3 %). Os professores que consideram a área em causa como “nada” ou “pouco relevante” para a formação dos cidadãos fazem-no por acharem que os seus conteúdos não têm relação com as situações do quotidiano nem são os mais interessantes e, ainda por pensarem que no ensino básico os alunos não estão motivados para esta área. No caso do prosseguimento de estudos, os professores desvalorizam o som, uma vez que este não está contemplado especificamente nos programas de Ciências Físico-Químicas e apenas os alunos que optavam por Técnicas Laboratoriais de Física é que abordavam esta temática. Por oposição, a relevância do tema, para a formação dos cidadãos, prende-se com a importância dos conhecimentos nesta área e a sua relação com fenómenos do dia a dia.

Face à apresentação dos resultados dos inquéritos, as autoras do presente artigo lançam, como notas conclusivas a necessidade urgente de promover junto dos professores o tema do Som e Audição e, na medida do possível, procurar diluir os constrangimentos diagnosticados pelos professores. Neste artigo é também sugerido aos professores que se candidatem a projetos dinamizados pelo programa “Ciência Viva”, de forma a colmatar dificuldades de tipo logístico, imprescindível para a promoção de um ensino experimental; motivar as instituições de ensino de professores para a inclusão do som nos seus currículos e também para a divulgação de materiais didáticos inovadores e motivadores, para serem utilizados na lecionação do som.

2001, Correia, na sua dissertação de mestrado, submetida à Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, teve como objetivo implementar uma estratégia conducente à mudança conceptual dos alunos, com recurso à dinamização de atividades experimentais em contexto de sala de aula, com alunos do 8.º ano de uma Escola de Vila Real. A investigação encontra-se segmentada em cinco partes:

- ✓ recolha das concepções prévias dos alunos sobre as temáticas abordadas no 8.º ano (Som e Audição, Luz e Visão; Nós e o Universo e Produção e Distribuição de Eletricidade), sugeridas por diversos autores.
- ✓ Desenvolvimento teórico alusivo às unidades de Física lecionadas no 8.º ano.
- ✓ Identificar as concepções prévias dos alunos intervenientes na presente investigação.
- ✓ Comparar a eficácia da implementação do trabalho experimental como estratégia conducente à mudança conceptual, quando comparada com a metodologia tradicional, nas unidades “Som e Audição” e “Luz e Visão”.

Nesta investigação, 25 dos alunos foram sujeitos a uma metodologia tradicional de ensino e aprendizagem, enquanto que 52 tiveram uma metodologia de alteração conceptual, baseada no recurso a atividades experimentais.

Os resultados parecem apontar para uma maior eficácia do método baseado na mudança conceitual, em que se proporciona aos alunos a possibilidade de exporem as suas ideias, discuti-las e testá-las.

2002, Bleicher et al., propõem a utilização de um *software* não gratuito, o *Mathematica* (<http://www.wolfram.com/mathematica/>), que permite aos alunos construírem modelos e simulações de efeitos sonoros habitualmente utilizados por músicos: batimentos (interferência entre ondas de frequência próximas), tremolo (repetição periódica de uma nota ou uma alternância rápida entre duas ou mais notas musicais), phaser (soma-se à onda original uma onda da mesma frequência e amplitude, mas com uma variação temporal e linear de fase, o que resulta numa série de interferências construtivas e destrutivas) e *auto-wah* (uma variação periódica entre frequências mais agudas e graves). A simulação descrita no presente artigo consiste na utilização da função *Mathematica (Play)* que é capaz de emitir uma onda sonora. Os autores salientam a possibilidade de os alunos aprenderem sem a intervenção do professor. Trata-se de um trabalho de pesquisa, sem a intervenção de alunos, em que os autores sugerem a utilização de um *software* educativo como recurso didático. O texto utilizado não é claro quanto ao referencial teórico utilizado.

2007, Soares, na sua dissertação de doutoramento teve como objetivo dinamizar uma estratégia epistemologicamente e psicologicamente fundamentada e avaliar se ela poderá conduzir a uma aprendizagem mais significativa no estudo do tema Som e Audição – 8.º ano de escolaridade.

A investigação foi aplicada a duas turmas de 8.º ano, pertencentes ao concelho de Sintra, sendo que numa delas proporcionou-se um ambiente construtivista e investigativo, tendo sido realizadas diversas atividades experimentais de modo a obrigar os alunos a refletir sobre o que iam fazendo e procurando respeitar os vários estilos de aprendizagem, de forma a conduzir a aprendizagens significativas. Por oposição, na outra turma os alunos foram sujeitos a estratégias de ensino tradicionais, optando-se intencionalmente por aulas expositivas e transmissivas, onde os alunos ouviam e escreviam o que a professora indicava. Nesta turma não foi realizada qualquer atividade experimental.

Os resultados desta investigação permitiram concluir que a estratégia preparada com base nos pressupostos epistemológicos e psicológicos encontrados conduziram a uma aprendizagem mais significativa da Acústica no contexto e nas condições em que decorreu o estudo.

2008, Diogo, na sua dissertação para a obtenção de grau de mestre, intitulada de “A aprendizagem de ondas sonoras sob a ótica de desafios em ambientes virtuais”, propôs-se diagnosticar se as Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) podem ser utilizadas

como estratégia facilitadora da aprendizagem de conceitos introdutórios de Física sobre ondas sonoras. De forma a alcançar os objetivos propostos, o autor desenvolveu desafios, tendo por base a teoria de aprendizagem significativa de Ausubel. A investigação foi realizada com alunos do ensino médio de uma escola pública do Brasil. As conclusões dão conta da existência de obstáculos epistemológicos que prejudicam as aprendizagens eficazes de alguns dos conceitos físicos problematizados nos desafios propostos. Porém, verificou que o ambiente virtual de ensino e aprendizagem favorecem a motivação e a satisfação dos alunos para aprender Física e também atenderam às expectativas deles. O que o autor concluiu não é que a “máquina” seja radicalmente substituída pelo professor, mas antes que as TIC, se forem bem exploradas em contexto de sala de aula, poderão ser mais um recurso que irá favorecer a aprendizagem dos alunos.

2.2. Abordagem da acústica ao longo dos currículos escolares portugueses

Nos programas curriculares portugueses a temática da Acústica está contemplada tanto no Ensino Básico (principalmente no 1.º e 3.º Ciclos, sendo que no 2.º Ciclo também são abordados alguns conceitos na disciplina de Educação Musical), bem como no Secundário, nomeadamente no 11.º ano de escolaridade, nas disciplinas de Física e Química A e Física e Química B.

De seguida iremos especificar os respetivos objetivos programáticos em cada nível de ensino, numa perspetiva de construção do conhecimento. Ressalvamos desde já que o currículo deverá ser encarado por cada professor como uma orientação que carece de uma contextualização com a realidade local.

2.2.1. O som nos programas curriculares de 1.º Ciclo do Ensino Básico

No **quadro 2** apresentam-se os conteúdos do tema som no programa curricular do 1.º Ciclo do Ensino Básico (2004), indicando os respetivos objetivos programáticos pertencentes a cada bloco de aprendizagem dos vários domínios disciplinares deste programa.

Temática do som	Ano de escolaridade				Objetivos programáticos	Bloco	Domínio disciplinar
	1.º	2.º	3.º	4.º			
Produção de sons	X	X	X	X	- Experimentar as potencialidades sonoras de materiais e objetos. - Construir fontes sonoras, introduzindo alterações em materiais e objetos. - Construir instrumentos musicais elementares, seguindo indicações ordenadas de construção. - Utilizar instrumentos musicais.	Bloco 1 – Jogos de exploração: instrumentos.	Expressão e Educação Musical
	X	X	X	X	- Utilizar diferentes maneiras de produzir sons: com a voz, com percussão corporal, com objetos, com instrumentos musicais, com aparelhos eletroacústicos.	Bloco 2 – Experimentação, desenvolvimento e criação musical: Expressão e criação musical.	Expressão e Educação Musical
	X				- Identificar sons do ambiente imediato; produzir sons (percutindo, soprando, abanando objetos e utilizando instrumentos musicais simples).	Bloco 5 – À descoberta dos materiais e objetos.	Estudo do Meio

Produção de sons: - transmissão do som. - representação do som.		X	X	X	<p>- Realizar experiências de transmissão do som através dos sólidos, líquidos e gases (construir um telefone de cordel, campainha dentro de um recipiente com água,...).</p> <p>- Inventar/ utilizar gestos, sinais e palavras para expressar/ comunicar: timbre, intensidade, duração e altura.</p> <p>- Inventar/ utilizar códigos para representar o som da voz, corpo e instrumentos.</p>	<p>Bloco 5 – À descoberta dos materiais e objetos.</p> <p>Bloco 2 – Experimentação, desenvolvimento e criação musical: Representação do som.</p>	<p>Estudo do Meio</p> <p>Expressão e Educação Musical</p>
Propriedades do som: - intensidade - altura. - timbre. - duração.		X	X	X	- Organizar, relacionar e classificar conjunto de sons.	Bloco 2 – Experimentação, desenvolvimento e criação musical: desenvolvimento auditivo.	Expressão e Educação Musical
Recetor de som (ouvido)	X	X	X	X	<p>- Dialogar sobre o meio ambiente sonoro.</p> <p>- O seu corpo: localizar no corpo os órgãos dos sentidos; distinguir sons do ambiente que os cerca (vozes, ruídos de máquinas).</p>	<p>Bloco 2 – Experimentação, desenvolvimento e criação musical: desenvolvimento auditivo.</p> <p>Bloco 1 – À descoberta de si mesmo.</p>	<p>Expressão e Educação Musical</p> <p>Estudo do Meio</p>
Poluição sonora		X		X	<p>- Saúde do seu corpo: identificar alguns cuidados a ter com a audição (por exemplo, evitar sons de intensidade muito elevadas).</p> <p>- Reconhecer algumas formas de poluição sonora (fábricas, automóveis, motos).</p> <p>- Identificar alguns efeitos prejudiciais do ruído.</p>	<p>Bloco 1 – À descoberta de si mesmo.</p> <p>Bloco 6 – À descoberta das inter-relações entre a natureza e a sociedade.</p>	<p>Estudo do Meio</p> <p>Estudo do Meio</p>

Quadro 2 – Conteúdos obrigatórios referentes à temática do som no programa do 1.º Ciclo do Ensino Básico

Da análise do **quadro 2** constatamos que no 3.º ano são lecionados conceitos já abordados no ano letivo anterior, com exceção dos alusivos à poluição sonora. Porém, tal situação não implica necessariamente uma repetição dos conteúdos, uma vez que os alunos já adquiriram outra maturidade, acumularam experiências e adquiriram novos conhecimentos.

Nos currículos programáticos do 1.º Ciclo do Ensino Básico são sugeridas atividades práticas, porém não é feita alusão às estratégias metodológicas, nem ao papel que o professor deverá desempenhar.

Nestes programas apela-se à necessidade dos professores recorrerem à análise de situações enquadradas na vida diária dos alunos, porém não é feita qualquer referência à necessidade de explorar cuidadosamente as concepções prévias dos alunos.

Um outro aspeto que merece também destaque é o facto de nos programas de 1.º Ciclo se estudarem as propriedades do som, sabendo que as grandezas físicas associadas só são lecionadas no 8.º ano de escolaridade.

A dimensão Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA) no ensino das ciências aparece implicitamente contemplada, nomeadamente no domínio disciplinar de Estudo do Meio, quando se refere como objetivos gerais referências como por exemplo: “identificar problemas relativos ao seu meio e colaborar em ações ligadas à melhoria do seu quadro de vida” (Ministério da Educação, 2004, p. 103).

2.2.2. O som nos programas curriculares de 2.º Ciclo do Ensino Básico

No 2.º Ciclo do Ensino Básico, a temática do Som é abordada na área curricular de Educação Artística e Tecnológica, na qual se insere a disciplina de Educação Musical.

As competências específicas a desenvolver nesta disciplina incluem-se no quatro temas organizadores, interdependentes entre si, a saber:

- ✓ Interpretação e comunicação.
- ✓ Criação e experimentação.
- ✓ Perceção sonora e musical.
- ✓ Culturas musicais nos contextos (Ministério da Educação, 2001).

No **quadro 3** ilustram-se os conteúdos abordados na disciplina de Educação Musical do 2.º Ciclo do Ensino Básico, comuns com os abordados no 8.º ano de escolaridade e os respetivos objetivos programáticos pertencentes a cada tema organizador.

Temática do som	Objetivos programáticos	Tema organizador
Produção de sons: - Instrumentos musicais.	<ul style="list-style-type: none"> - Contactar e construir diferentes instrumentos musicais, acústicos e eletrónicos. - Adquirir diferentes técnicas de produção e de captação sonora. - Investigar fontes sonoras convencionais e não convencionais, eletrónicas e outras para compreender e interiorizar os conceitos e estruturas que organizam as obras musicais. - Conhecer o significado do “som”. 	<ul style="list-style-type: none"> - Interpretação e comunicação. - Criação e experimentação. - Percepção sonora e musical.
Propriedades do som: - intensidade - altura. - timbre.	<ul style="list-style-type: none"> - Distinguir as propriedades do som. 	<ul style="list-style-type: none"> - Percepção sonora e musical.
Recetor de som (ouvido)	<ul style="list-style-type: none"> - Conhecer a constituição do ouvido humano. - Utilizar a audição para desenvolver o pensamento musical. - Desenvolver a discriminação e a sensibilidade auditiva. 	<ul style="list-style-type: none"> - Criação e experimentação. - Percepção sonora e musical.

Quadro 3 – Conteúdos obrigatórios referentes à temática do som no programa do 2.º Ciclo do Ensino Básico

A organização destes conteúdos visa a unidade de um todo musical, evitando fragmentações e/ ou isolamento de ideias.

Tal como foi referido para o caso de currículo do 1.º Ciclo, também o do 2.º Ciclo contempla a leção das propriedades do som, quanto à altura, intensidade e timbre, sem que sejam mencionadas as grandezas físicas: frequência e amplitude. Porém, como no programa de 2.º Ciclo prevê-se que se recorra a instrumentos musicais e que para a sua exploração sejam gastos mais tempos letivos, é de esperar que os conceitos alusivos ao som sejam mais facilmente interiorizados.

De forma análoga ao que sucede no 1.º Ciclo, também no 2.º Ciclo não se especificam com clareza as estratégias de ensino e aprendizagem a implementar em contexto de sala de aula.

2.2.3. O som nos programas curriculares de 3.º Ciclo do Ensino Básico

No 3.º Ciclo do Ensino Básico a área disciplinar Ciências Físicas e Naturais é desdobrada em Ciências Naturais e Ciências Físico-Químicas, lecionadas por dois professores, cada um responsável por cada uma das áreas.

O currículo de Ciências Físicas e Naturais contempla quatro temas organizadores (Terra no Espaço, Terra em Transformação, Sustentabilidade na Terra e Viver melhor na Terra) e tem como objetivo geral a interação entre a Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA), tal como se ilustra na **figura 1**.

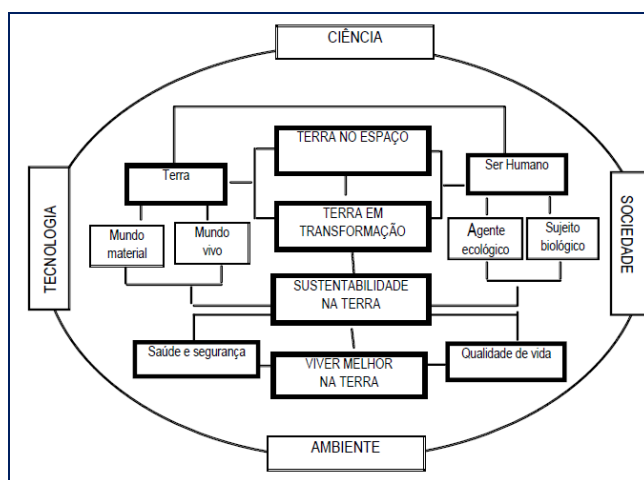


Figura 1 – Esquema organizador dos quatro temas gerais do ensino das Ciências no Ensino Básico (Ministério da Educação, 2001)

A temática do Som e Audição, presente nas Orientações Curriculares do 3.º ciclo do Ensino Básico (2001), insere-se no tema organizador Sustentabilidade na Terra e é lecionado na disciplina de Ciências Físico-Químicas. Porém, nas orientações curriculares não aparece explícito em que ano de escolaridade o tema deve ser lecionado, conferindo aos docentes de cada escola a liberdade de escolha.

No **quadro 4** apresentam-se as temáticas/ objetivos programáticos do tema organizador Sustentabilidade na Terra, alusivos à unidade didática Som e Audição, mencionados nas orientações curriculares de 3.º Ciclo do Ensino Básico, da disciplina de Ciências Físico-Químicas.

Temática do som	Objetivos programáticos
Produção de sons: - Fontes sonoras. - Instrumentos musicais.	- Identificar diferentes tipos de sons e de fontes sonoras. - Classificar os instrumentos musicais segundo o modo como os sons são produzidos.

Propagação do som: - Mecanismos de propagação do som em diferentes meios. - Ausência de propagação do som no vácuo. - Velocidade de propagação do som.	- Estudar a propagação do som nos diversos meios. - Constatar que o som não se propaga no vácuo. - Determinar a velocidade do som no ar.
Fenómenos sonoros: - Reflexão. - Absorção. - Refração.	- Investigar o que acontece quando o som incide em diferentes superfícies e quando passa através de meios distintos.
Propriedades do som: - intensidade. - altura. - timbre.	- Estudar as propriedades do som.
Audição de sons: - Nível sonoro. - Espectro sonoro. - Escala decibel.	- Medir níveis sonoros utilizando um sonómetro.
Poluição sonora	- Discutir problemas de audição que surgem quando há exposição a fontes sonoras com intensidade elevada.
Aplicações do som	- Conhecer aplicações do som no dia a dia (ecografia, radar, sonar).
Ondas	- Conhecer as características das ondas (comprimento de onda, amplitude, frequência, período e velocidade das ondas). - Distinguir ondas longitudinais e transversais.

Quadro 4 – Conteúdos obrigatórios referentes à temática do som no programa do 3.º Ciclo do Ensino Básico

Da análise dos quadros 2, 3 e 4 verificamos que ao longo do percurso escolar dos alunos repetem-se a abordagem de alguns temas, porém tal facto afigura-se como vantajoso, uma vez que irá permitir alcançar um patamar de conhecimento superior e posteriormente analisar, sob outro ponto de vista, algumas temáticas.

Um outro aspeto que nos merece uma referência é o facto, de no subtema dos fenómenos sonoros, apenas serem mencionados os referentes à reflexão, refração e absorção. Na nossa perspetiva, tal opção parece-nos insuficiente, uma vez que penaliza principalmente os alunos que num futuro próximo não irão seguir a área de ciências e têm aí a última oportunidade de estudar os fenómenos sonoros com que lidam no dia a dia. Desta forma, parecia-nos imprescindível relacionar os fenómenos de ressonância, reverberação e difração, a situações já vivenciadas pelos alunos.

De realçar a ausência de qualquer referência metodológica, nas Orientações Curriculares do 3.º Ciclo do Ensino Básico da componente de Ciências Físico-Químicas, no tema organizador Sustentabilidade na Terra, de que a planificação das aulas deverá ter em conta as ideias prévias dos alunos. Este fator, tal como se irá desenvolver na secção 2.3., é imprescindível e deve-se ter em conta numa vertente de ensino construtivista.

Nesta parte programática correspondente ao Som e Audição, não é feita qualquer referência à utilização das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), nem ao uso de qualquer *software*/ vídeo educativo, para a exploração dos conceitos abordados. Hoje em dia os computadores constituem uma ferramenta de ensino motivadora e estimulam a compreensão de conceitos abstratos, tais como por exemplo, a propagação do som em diferentes meios; a influência da temperatura na velocidade de propagação do som; as propriedades do som; os fenómenos sonoros e as aplicações do som. É por essa razão que, nesta investigação, se optou por estratégias de ensino com recurso às TIC, nomeadamente Roteiros de Exploração de Software Educativo (RESE), Roteiros de Exploração de Vídeo Educativo (REVE) e Roteiros de Tradução de Vídeo Educativo (RTVE).

Em resumo, apresentamos no **quadro 5** os temas alusivos ao som, previstos nos programas/ orientações curriculares disciplinares abordados nos três Ciclos do Ensino Básico.

Temática do som	1.º Ciclo	2.º Ciclo	3.º Ciclo
Produção de sons:			
- Fontes sonoras.	X	X	X
- Instrumentos musicais.	X	X	X
Propagação do som:			
- Transmissão do som.	X		X
- Mecanismos de propagação do som em diferentes meios.			X
- Ausência de propagação do som no vácuo.			X
- Velocidade de propagação do som.			X
- Representação do som.	X		
Fenómenos sonoros:			
- Reflexão.			X
- Absorção.			X
- Refração.			X
Propriedades do som:			
- intensidade	X	X	X
- altura.	X	X	X
- timbre.	X	X	X
- duração.	X		

Audição de sons:			
- Ouvidos humanos.	X	X	X
- Nível sonoro.			X
- Espectro sonoro.			X
- Escala decibel.			X
Poluição sonora	X		X
Aplicações do som			X
Ondas			X

Quadro 5 – Conteúdos obrigatórios referentes à temática do som, presentes nas Orientações Curriculares disciplinares do Ensino Básico

Da análise do **quadro 5** verifica-se que a maioria dos subtemas são lecionados no 3.º Ciclo do Ensino Básico, havendo porém alguns conteúdos que são abordados, num processo espiralado, nos três níveis de ensino.

2.2.4. O som nos programas curriculares do Ensino Secundário

No Ensino Secundário a abordagem do Som é retomada tanto na disciplina de Física e Química A, dos cursos Científico-Humanísticos (Ciências e Tecnologias e Artes Visuais), bem como na disciplina de Física e Química B, dos cursos Tecnológicos do 11.º ano.

Nesse ano de escolaridade, tanto no programa de Física e Química A, como no de Física e Química B (2005), abordam-se conceitos alusivos ao som aquando da leção do módulo intitulado “Comunicação de informação a curtas distâncias”.

Em ambos os programas faz-se referência para a necessidade dos alunos terem bem presentes os conhecimentos contemplados nas Orientações Curriculares do programa da área de Ciências Físicas e Naturais do 3.º Ciclo do Ensino Básico, que servirá de base para o aprofundamento que se deseja atingir neste nível de escolaridade. Os referidos pré-requisitos são: produção e receção do som; propagação do som em diversos meios; velocidade de propagação do som em diferentes meios e propriedades do som (altura, intensidade e timbre).

Os subtemas previstos neste nível de ensino são: a produção e propagação de um sinal sonoro; o som como onda mecânica; a propagação de um som harmónico; o espectro sonoro e os sons harmónicos e complexos.

2.3.Revisão da literatura sobre as concepções prévias acerca da temática do Som

O som foi talvez um dos temas que mais cedo preocupou os investigadores dos fenómenos da natureza de todas as civilizações.

Fazendo uma resenha histórica e tendo por base o referido por Correia (2001), poderemos referir que:

- ✓ Demócrito (420 – 377 a.C.) dava a seguinte explicação para a propagação do som: “*o ar é constituído por corpos de igual forma e é arrastado juntamente com os fragmentos da voz; as partículas de som deixam marcas no ar, que se propagam em todas as direções e então o ar entra no espaço vazio e causa movimento*” (M. H. Caldeira *et al.*, 1991).
- ✓ Aristóteles (384 – 322 a.C.) era da opinião que o som resulta da colisão entre corpos sólidos, da qual resultam sucessivas contrações e expansões que se propagam no ar, do mesmo modo que uma onda circular resulta da queda de uma pedra na água calma, dando assim os primeiros passos para a futura construção da teoria ondulatória.
- ✓ Copérnico, Galileu e Newton (meados do século XVI) começaram a contestar o pensamento de Aristóteles.
- ✓ Lamarck (1799) defendia a existência de uma matéria própria do som, definindo-a como um fluido extremamente subtil, penetrante e elástico, colocando assim em causa ideias anteriormente desenvolvidas.
- ✓ Outros afirmavam que embora o som se propagasse nos sólidos ou na água, o seu meio privilegiado de propagação era o ar e só se propagava na água, porque existia ar entre as suas partículas. Só a partir do século XIX, é que o som passa a ser definido primeiro como uma sensação produzida no ouvido, depois por uma vibração de corpos, que se propaga em meios elásticos, desde a fonte até ao ouvido.

Com avanços e recuos, o conceito atual de som demorou milhares de anos a ser progressivamente construído, não nos criando estranheza que os nossos alunos, desde tenra idade, também desenvolvam ideias pessoais acerca do mundo que os rodeia. Eles baseiam-se em situações vivenciadas no dia a dia, como por exemplo, na simples ação de deixar cair objetos, ou do ato de tocar diversos instrumentos musicais. Essas experiências vão contribuir para auxiliar a construção de ideias. Muitas das concepções que os alunos desenvolvem, em relação aos fenómenos naturais, vêm das suas experiências sensoriais (Driver *et al*, 1994).

As concepções que os alunos desenvolvem sobre o tema do som foram objeto de análise em diversos estudos e como tal, no **quadro 6** resumem-se as principais, que recaem nos conteúdos abordados nos currículos do 3.º Ciclo do Ensino Básico.

Este quadro serviu de ponto de partida para a elaboração das questões dos Pré e Pós-Testes, aplicadas aos alunos do 8.º ano de escolaridade, que participaram na nossa investigação.

Temática do som	Principais concepções prévias e dificuldades identificadas na abordagem do som, ao nível do Ensino Básico
Produção de sons: - Fontes sonoras - Instrumentos musicais	<ul style="list-style-type: none"> - O som produzido deve-se às características do material que o produz. - A produção do som está associada às ações dos sujeitos que executam as experiências. - A produção do som restringe-se à vibração da fonte que produziu o som. - A produção do som está relacionada com a existência de uma cavidade oca no instrumento (tambor). - A produção do som deve-se ao movimento do ar no interior do instrumento. - A produção de sons está associada ao choque entre objetos. - O som é vibração. - O som é ruído. - O som é música.
Propagação do som: - Transmissão do som - Mecanismos de propagação do som em diferentes meios - Ausência de propagação do som no vácuo - Velocidade de propagação do som - Representação do som	<ul style="list-style-type: none"> - A propagação do som é acompanhada por um transporte de matéria. - A propagação do som envolve o movimento do ar. - Na origem da propagação do som está uma força, um “impeto”. - O som, para se propagar, necessita de “empurrar” o ar à sua frente. - O som expande-se, espalha-se a partir da fonte. - O som expande-se, espalha-se pelos espaços vazios. - O som é transferido pelo choque de partículas (análogo às peças de um dominó). - O som resulta de uma corrente de ar que se origina com o movimento da fonte sonora. - A onda é o movimento da fonte sonora.
Meio de propagação do som	<ul style="list-style-type: none"> - O oxigénio e o ar são meios privilegiados para a propagação do som, sendo mesmo indispensável à sua propagação. - O meio é indispensável à propagação do som por delimitar o espaço por onde o som se propaga. - O som propaga-se no dióxido de carbono por ser constituído por ar. - O som propaga-se no ferro, pelo facto de ser um bom condutor de eletricidade/ calor. - O som propaga-se no vazio. - O som não se propaga: na cortiça; no ferro; no dióxido de carbono; na água e no álcool etílico. - A propagação é tanto mais difícil no meio, quanto maior a respetiva

	<p>densidade.</p> <ul style="list-style-type: none"> - O som exerce forças de atrito sobre os corpúsculos do meio que dificulta a sua propagação.
Velocidade de propagação do som	<ul style="list-style-type: none"> - A velocidade de propagação do som no vácuo é maior do que no ar. - A velocidade de propagação nos sólidos é menor do que nos líquidos e esta menor do que nos gases. - A velocidade do som não é constante, para o mesmo meio de propagação e quando a temperatura não varia. - O som viaja mais depressa se as moléculas do meio oferecerem pouca resistência/ barreira à sua passagem. - A velocidade de propagação do som é tanto maior, quanto menor a densidade/ concentração das partículas do meio. - A velocidade de propagação do som depende da altura do som. - A velocidade de propagação do som depende da intensidade do som. - A velocidade de propagação do som depende da amplitude do som.
<p>Fenómenos sonoros:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Reflexão - Absorção - Refração 	<ul style="list-style-type: none"> - O eco é como um som que “embate”, faz “ricochete” no obstáculo e volta para trás. - O eco é o resultado do aprisionamento de um som num espaço vazio. - O eco é consequência das características do local onde é produzido. - O eco resulta da colisão com uma superfície, ocorrendo um “amortecimento” do som, num espaço vazio. - Na refração o som não pode “atravessar”, “passar”, “entrar” na superfície de separação de dois meios diferentes. - Na refração do som não é relevante o papel das condições fronteira de separação de dois meios.
Propriedades do som e características das ondas	<ul style="list-style-type: none"> - A altura do som depende da: amplitude das ondas, velocidade das ondas, energia das ondas sonoras. - A intensidade do som depende da: frequência das ondas, densidade do meio, massa do corpo que vibra, temperatura e dimensão da fonte sonora (cordas mais compridas e/ ou mais grossas da viola). - A caixa de ressonância da viola influencia a altura do som.
<p>Audição de sons:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ouvidos humanos - Nível sonoro - Espectro sonoro - Escala decibel 	<ul style="list-style-type: none"> - O som entra no ouvido, é captado, recolhido, absorvido no seu interior por um recetor (nervo/ tímpano/ “pelezinhas”/ ventosas/ detetor de sons), que depois de interpretado o envia para o cérebro. - O som é conduzido do exterior até ao cérebro, através de canais que existem no interior do ouvido. - Os sons (audíveis) são sons muito intensos. - Os “sons não audíveis” são muito agudos.

Quadro 6 – Principais conceções prévias e dificuldades identificadas na abordagem do Som, ao nível do Ensino Básico

Capítulo 3 – INVESTIGAÇÃO

3.1. Objetivos da investigação, Hipóteses e Fundamentação

3.2. Amostragem

3.2.1. Caracterização do público-alvo

3.2.2. Caracterização da Escola

3.3. Instrumentos usados na investigação

3.3.1. Ficha diagnóstica de 8.º ano

3.3.2. Cartaz de divulgação do Clube de Física e Química

3.3.3. Pré-Teste

3.3.4. Recursos didáticos utilizados no Clube de CFQ

3.3.4.1. Atividade Prática de Laboratório (APL)

3.3.4.2. RESE/ REVE/ RTVE

3.3.5. Quiz

3.3.6. Pós-Teste

3.3.7. Inquérito

3. INVESTIGAÇÃO

*Eles não sabem que o sonho é (...)
(...) passarola voadora,
Para-raios, locomotiva,
Barco de proa festiva,
Alto-forno, geradora,
Cisão de um átomos, radar,
Ultrassom, televisão,
Desembarque em foguetão
Na superfície lunar. (...)*

“Pedra Filosofal”, in *Poesias Completas de ANTÓNIO GEDEÃO*,
1968, Portugália Editora, Lisboa

3.1. Objetivos da investigação, Hipóteses e Fundamentação

A questão geral que motivou a realização da presente investigação foi a seguinte:

- ✓ Que estratégias de ensino motivadoras e comemorativas do ano Internacional do Morcego, poderão ser dinamizadas nas sessões do Clube de Ciências Físico-Químicas, de forma a potenciar ganhos significativos de aprendizagem, no âmbito do estudo do tema Som e Audição, ao nível do 8.º ano de escolaridade?

Consciente da necessidade de atribuir um acompanhamento personalizado no ensino das ciências, ao nível da escolaridade mais baixa, sem por em causa o desenvolvimento da autonomia e o espírito crítico e de forma a não só motivar os alunos para o gosto da Física, bem como evitar que estes desenvolvam ideias não científicas, que podem efetivamente construir um obstáculo em níveis de escolaridade futuras, foi nossa segunda preocupação:

- ✓ Analisar os conceitos alusivos ao Som e Audição, já abordados em anos de escolaridade anteriores (Estudo do Meio – 1.º Ciclo e a Educação Musical – 2.º Ciclo) e os que poderão ter seguimento no 11.º ano de escolaridade (Física e Química A/ Física e Química B).
- ✓ Aplicar um Pré-Teste a todos os alunos das quatro turmas do 8.º ano da Escola EB 2,3 de Frazão, de forma a diagnosticar as conceções prévias no âmbito do Som, bem como quantificar a taxa de sucesso por aluno/ questão/ descritor de cada questão.
- ✓ Implementar uma metodologia construtivista (baseada no ensino experimental das

ciências e na exploração das TIC), para os alunos que frequentavam as sessões do Clube de Ciências Físico- Químicas (Grupo Experimental), de forma a dinamizar atividades comemorativas do ano Internacional do Morcego. De realçar que os alunos pertencentes ao grupo de Controlo (GC) apenas foram sujeitos a um método expositivo tradicional ao longo das aulas de CFQ, onde não foi realizada qualquer atividade experimental.

- ✓ Sensibilizar os alunos para a problemática da proteção do ambiente e em particular para os problemas resultantes da poluição sonora.
- ✓ Estabelecer atividades em parceria com a equipa de Saúde Escolar do Centro de Saúde de Paços de Ferreira.
- ✓ Analisar a eficácia da metodologia de ensino e aprendizagem aplicada, através do tratamento estatístico das respostas dadas no Pré e Pós-teste e cálculo dos respetivos ganhos absolutos e relativos normalizados de aprendizagem, tanto para o Grupo de Controlo (GC), bem como para o Grupo Experimental (GE).
- ✓ Identificar os eventuais obstáculos epistemológicos à aprendizagem do Som.
- ✓ Recolher o *feedback* dos alunos pertencentes ao Grupo Experimental, expressos nas respostas dadas a um inquérito e analisar as sugestões de enriquecimento e futuras medidas de melhoramento.
- ✓ Refletir acerca de algumas propostas de projetos futuros.

A nossa investigação permitiu averiguar, segundo uma perspetiva qualitativa e quantitativa, a pertinência das estratégias motivadoras de ensino e aprendizagem, aplicadas ao grupo experimental (GE), sendo que as nossas hipóteses foram:

- ✓ as Atividades Práticas de Laboratório (APL) e as Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) são recursos educacionais que promovem a aprendizagem significativas dos alunos.
- ✓ a apresentação de conceitos físicos, nomeadamente no âmbito do tema “Som e Audição”, sob a forma de desafios/ questões problema, constitui uma estratégia motivadora, conducente à aprendizagem dos conceitos físicos.

A aplicação da investigação ao 8.º ano de escolaridade, no tema Som e Audição, da disciplina de Ciências Físico-Químicas, recaiu no facto da investigadora ser a docente de todas as turmas pertencentes a ambos os grupos de investigação; da tomada de consciência de que os alunos evidenciam imensas dificuldades na abordagem desses conceitos e na esperança que este estudo venha a ser bastante útil para professores, no sentido de auxiliar os seus discentes na desejável mudança conceptual, já que até à data não abundam muitas investigações acerca deste tema. Desta forma, reconhecemos que a nossa investigação poderá reavivar o interesse inicial diagnosticado pelos alunos, para a ligação deste tema com

assuntos associados à qualidade de vida/ cultura musical/ conhecimento fisiológico do nosso corpo e contribuir para a “construção” cidadãos cientificamente literados.

De forma a proporcionar um acompanhamento mais personalizado aos alunos inscritos no Clube de CFQ, sem pôr em causa o desenvolvimento da sua autonomia, era nossa intenção distribuí-los por grupo/ turma. Porém, devido a incompatibilidade de horários, foram criadas 3 sessões semanais, sendo que os alunos da turma B e D pertenciam ao mesmo grupo.

3.2. Amostragem

Na opinião de Almeida e Pinto (1990) e Carmo e Ferreira (1998) existem duas técnicas de amostragem: a probabilística e a não probabilística. A primeira refere-se à situação em que cada elemento é escolhido tendo em conta uma probabilidade real de ser incluído na amostragem, enquanto que no segundo, cada elemento é incluído na amostra tendo em consideração os objetivos da investigação e alguns parâmetros específicos. Na nossa investigação, optou-se por uma amostragem do tipo não probabilístico.

Antes da aplicação da investigação foi pedido uma autorização à Diretora da Escola onde leciona a investigadora, que prontamente deu um parecer positivo e demonstrou todo o interesse que, após a sua conclusão, esta fosse apresentada, de forma a dar a conhecer o impacto da dinamização de clubes de ciência na aprendizagem dos alunos do 3.º ciclo do ensino básico.

Para o nosso estudo foram selecionados todos os alunos do 8.º ano de escolaridade da Escola Básica 2, 3 de Frazão e estes foram divididos em dois grandes grupos: 58 alunos do grupo de controlo (apenas frequentaram as minhas aulas de CFQ, sem realizarem qualquer tipo de atividade experimental, no âmbito do “Som e Audição”) e 38 alunos do grupo experimental (frequentaram as aulas e o Clube de CFQ).

Segundo esta técnica de amostragem não probabilística, procurou-se que os alunos pertencentes a ambos os grupos apresentassem características semelhantes. Para além disso, a seleção dos alunos pertencentes ao grupo experimental seguiu um regime de voluntariado, sendo que alguns ficaram impedidos de se inscreverem no clube, uma vez que a escola determinou que nos tempos destinados para a dinamização do mesmo, estes teriam de frequentar atividades de ensino específicos de outras áreas curriculares.

3.2.1. Caracterização do público-alvo

A caracterização dos elementos que constituem os dois grupos de intervenção, revelou-se um importante ponto de partida, na medida que permitiu averiguar as suas expectativas futuras/ motivações/ dificuldades/ grau de conhecimento/ forma de organizar o pensamento científico e por fim, auxiliar na seleção/ estruturação das estratégias de ensino e aprendizagem a dinamizar no clube de CFQ.

Apesar da investigadora já acompanhar as turmas desde o ano letivo anterior, foi alvo de preocupação que a etapa da recolha da informação fosse o mais rigorosa possível,

procurando fontes fidedignas. Inicialmente foi recolhida informação na secretaria da escola, analisados cuidadosamente os Projetos Curriculares de Turma (PCT) e estudadas as respostas que os alunos deram numa Ficha Diagnóstica (Anexo I, p. 120), aplicada no início do ano letivo nas aulas de CFQ.

Tal como expresso no Projeto Curricular do Agrupamento Vertical da Escola de Frazão (2010/ 2013), a avaliação diagnóstica:

“é por excelência geradora de informação do grau de desenvolvimento do aluno/ turma, das suas expectativas, performances e necessidades, apontando caminhos estratégicos da ação do professor e deverá incidir sobre competências consideradas fundamentais para a aquisição de novos conhecimentos.”

Com a aplicação da Ficha Diagnóstica concluiu-se que as principais dificuldades evidenciadas pelo grupo de intervenção, prendem-se sobretudo com a interpretação de imagens e textos, sobretudo quando envolvem a interpretação de processos ou atividades experimentais. Também apresentam dificuldade na aplicação de conhecimentos e deficiente estruturação das respostas. Salienta-se que nos conteúdos em que são abordados processos abstratos, aumentam as dificuldades dos alunos na sua perceção e compreensão. Em termos de Língua Portuguesa, as dificuldades centram-se no domínio do conhecimento explícito da língua e ao nível da expressão escrita, verificando-se que a maioria dos alunos não consegue estruturar o seu pensamento, as suas ideias e opinar acerca dos temas propostos.

Como estratégia de remediação foi nossa preocupação, ao longo do ano letivo, desenvolver hábitos e métodos de trabalho/ estudo; melhorar a expressão oral e escrita, bem como a interpretação de texto; estimular a participação em sala de aula e reforçar as competências relativas ao domínio da Matemática.

De seguida irá proceder-se à caracterização dos alunos que constituem as turmas A, B, C e D, do 8.º ano de escolaridade, pertencentes à Escola EB 2,3 de Frazão.

Turmas	N.º de alunos		Idade dos alunos
	Grupo de Controlo (GC)	Grupo Experimental (GE)	
8.º A	10	15	Entre 13 e 17 anos
8.º B	16	3	Entre 12 e 14 anos
8.º C	9	15	Entre 12 e 16 anos
8.º D	23	5	Entre 12 e 15 anos

Quadro 7 – Caracterização dos alunos

Da análise do **quadro 7**, podemos concluir que nas turmas A e C houve maior número de alunos que se inscreveu para participar no Clube de CFQ e que a maioria dos alunos se encontra no nível de escolaridade adequado para a sua faixa etária.

Como o ambiente sócioeconómico e os interesses futuros dos alunos podem ser fatores determinantes no sucesso escolar, caracterizaram-se as turmas envolvidas no estudo, em conformidade com o meio social/ económico/ cultural em que se inserem, bem como com as suas motivações pessoais.

Turmas	Caraterização	
	Sócioeconómica	Cultural
8.º A	<p>Escalão A: sete alunos</p> <p>Escalão B: nove alunos</p> <p>Sem Escalão: dezanove alunos</p>	<p><u>Habilitação média dos pais:</u> a maioria dos pais tem como habilitações académicas o 4º e 6º ano, havendo uma mãe com curso superior.</p> <p><u>Acesso a computador/ Internet:</u> A maioria dos alunos não possui computador.</p>
8.º B	<p>Escalão A: sete alunos</p> <p>Escalão B: sete alunos</p> <p>Sem Escalão: seis alunos</p>	<p><u>Habilitação média dos pais:</u> a maioria dos alunos indica o 4º ano e o 7º ano, havendo só um pai com o 9º ano de escolaridade.</p> <p><u>Habilitação média das mães:</u> a maior parte indica o 4º ano seguido do 6º ano, havendo uma mãe licenciada em enfermagem.</p> <p><u>Acesso a eventos culturais:</u> Na generalidade, os alunos referem que vão ao cinema, alguns mencionam, quando interpelados, idas ao Teatro em visitas de estudo dinamizadas pela Escola.</p>

		<p><u>Acesso a computador/ Internet:</u></p> <p>Todos os alunos referem terem computador e acesso à internet. A maioria deles utiliza estes meios para jogos e <i>facebook</i> e realização de trabalhos.</p>
8.º C	<p>Escalão A: treze alunos</p> <p>Escalão B: dez alunos</p> <p>Escalão C: cinco alunos</p>	<p><u>Habilitação média dos pais:</u> A maior parte dos pais estudou até ao 4º ano de escolaridade.</p> <p><u>Habilitação média das mães:</u> A maior parte das mães estudou até ao 4º ano de escolaridade.</p> <p><u>Acesso a computador / Internet:</u></p> <p>A maioria dos alunos não tem acesso ao computador, fora do recinto escolar.</p> <p>.</p>
8.º D	<p>Escalão A: seis alunos</p> <p>Escalão B: dez alunos</p> <p>Sem Escalão: doze alunos</p>	<p><u>Habilitação média dos pais:</u> A maioria dos pais estudou até ao 6.º ano de escolaridade.</p> <p><u>Habilitação média das mães:</u></p> <p>Duas mães licenciadas em enfermagem e duas mães com o 12.º ano de escolaridade. As restantes estudaram até ao 6.º ano.</p> <p><u>Acesso a eventos culturais:</u> A maioria dos alunos refere que não tem por hábito frequentar eventos culturais.</p> <p><u>Acesso a computador/ Internet:</u></p> <p>A maioria dos alunos tem computador com acesso à internet.</p>

Quadro 8 – Caracterização sócioeconómica/ cultural

Da análise do **quadro 8** constatamos que na sua globalidade, a grande maioria dos alunos beneficia de apoio social; o baixo nível de escolaridade dos pais não permite um acompanhamento dos seus educandos e os alunos não têm, com regularidade, acesso a eventos culturais.

Turmas	Expectativas	Motivação/ Interesses	Passado escolar	NEE/ Opção EM
8.º A	A maior parte dos alunos ainda não pensou no que pretende fazer futuramente. Outros assinalaram como profissão futura: médico, cientista, piloto de avião, futebolista, cabeleireira...	Nos seus tempos livres, os alunos gostam de ver televisão, praticar desporto (futsal, andar de bicicleta, patins), ouvir música, jogar computador.	Retenções noutros anos: três alunos.	A turma tem a opção de Educação Musical.
8.º B	Estes alunos pensam vir a ser: Professoras, Educadoras de Infância; Futebolistas, Policia, Engenheiro, Técnicos de informática, Esteticista, outros ainda não sabem o que querem ser.	As atividades preferidas por estes alunos são: ver televisão, andar de bicicleta, ir ao cinema, ouvir música, jogar <i>PSP</i> , praticar desporto (Futebol). Todos os rapazes praticam Futebol, e há um aluno federado em Karaté.	Retenções noutros anos: quatro alunos.	Na turma existem dois alunos que lhes foi diagnosticada dislexia e beneficiam das medidas Educativas Especiais ao abrigo do Dec.- Lei nº 3/2008. A turma não tem a opção de Educação Musical, à exceção de uma aluna.

8.º C	<p>Estes alunos pensam vir a ser:</p> <p>Médicos (as), Veterinários(as), Educadores (as) de Infância e Futebolistas, outros ainda não sabem o que querem ser.</p>	<p>As atividades preferidas por estes alunos são:</p> <p>ver televisão, ouvir música, praticar desporto e ler. Alguns referem ainda: passear e grupo coral.</p>	<p>Alunos com retenções noutros anos:</p> <p>dois alunos</p>	<p>A turma tem a opção de Educação Musical.</p>
8.º D	<p>Estes alunos pensam vir a ser:</p> <p>Engenheiro/ design de automóveis; Futebolista; Fisioterapeuta; Psicóloga; Médica ou veterinária; Arquiteta; Curso de artes; Médico; Veterinário; Cabeleireira; Farmacêutico; Gestor de informática; Cientista ou polícia criminal (os restantes não revelaram a sua opinião).</p>	<p>As atividades preferidas destes alunos são:</p> <p>Quase todos os alunos gostam de ler, ver TV e ouvir música; alguns praticam desporto, andam na catequese e nos Escuteiros.</p>	<p>Retenções noutros anos:</p> <p>cinco alunos.</p>	<p>A turma não tem a opção de Educação Musical.</p>

Quadro 9 – Caracterização dos alunos

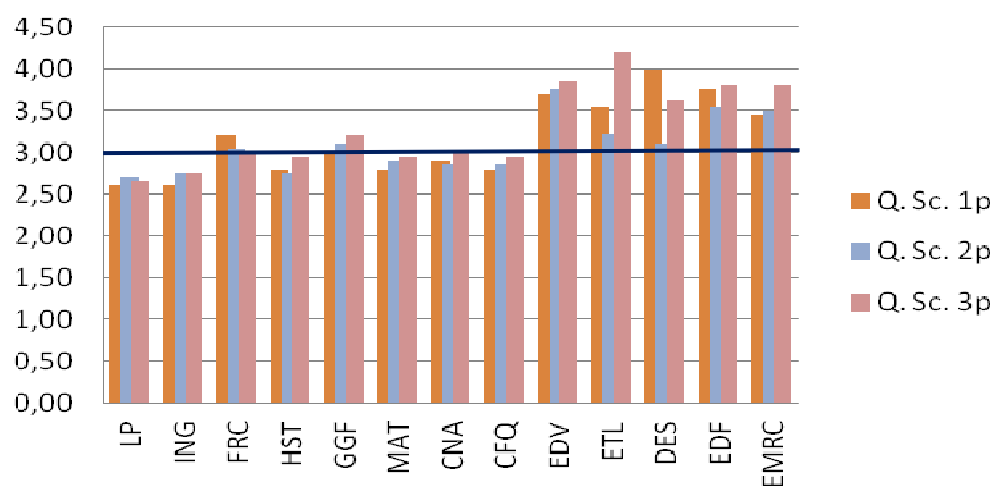
Da análise do **quadro 9** concluímos que as profissões que os alunos ambicionam exercer, bem como as atividades preferidas, são muito semelhantes nas diversas turmas. Existem alunos com retenções no seu percurso escolar e apenas as turmas A e C possuem a opção da disciplina de Educação Musical, sendo que na turma B, há uma aluna que frequentou essa opção.

Ao longo do ano letivo em que decorreu a investigação, procedeu-se ao cálculo da qualidade de sucesso (média aritmética dos níveis), bem como da taxa de sucesso (percentagem de alunos com nível superior a dois), por disciplina/ período.

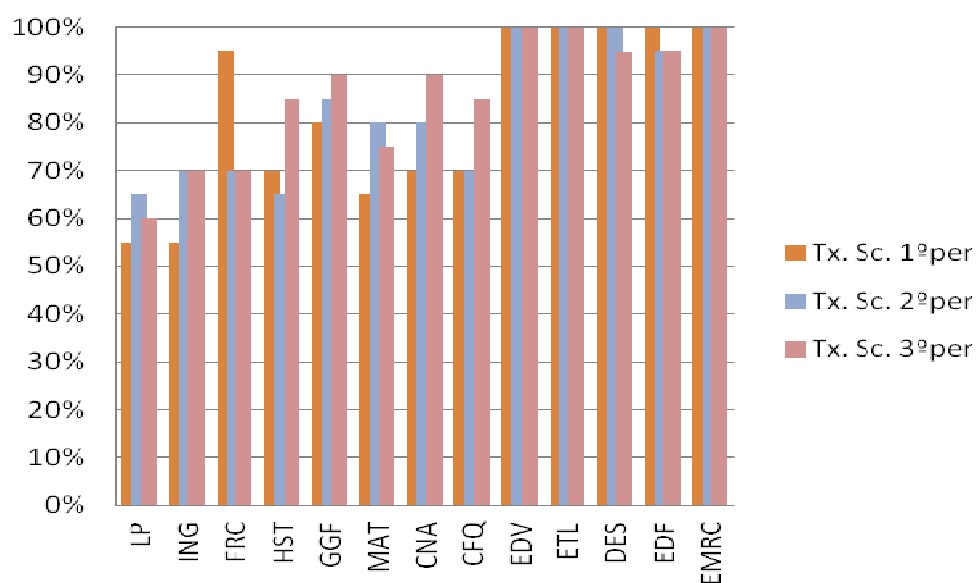
Da análise dos gráficos que constam no **quadro 10**, podemos verificar que a qualidade de sucesso, bem como taxa de sucesso da disciplina de CFQ se aproximam dos valores da disciplina de Ciências Naturais (CN) e apresenta um desvio positivo quando comparada com a disciplina de Matemática. De referir também que os valores alusivos à disciplina de CFQ não se encontram desfasados com a média das disciplinas por turma. Os alunos das turmas A e D destacam-se por apresentarem valores superiores de qualidade de sucesso, ao longo do ano letivo.

Turmas	Qualidade de sucesso (Q.Sc.)/ Taxa de sucesso (Tx.Sc.)																																																								
8.º A	<div><h3>Qualidade do sucesso</h3><table><thead><tr><th>Turma</th><th>Q. Sc. 1p</th><th>Q. Sc. 2p</th><th>Q. Sc. 3p</th></tr></thead><tbody><tr><td>LP</td><td>2.90</td><td>2.90</td><td>2.90</td></tr><tr><td>ING</td><td>2.80</td><td>3.00</td><td>3.00</td></tr><tr><td>ESP</td><td>3.30</td><td>3.20</td><td>3.30</td></tr><tr><td>HST</td><td>3.00</td><td>3.40</td><td>3.60</td></tr><tr><td>GGF</td><td>3.10</td><td>3.20</td><td>3.40</td></tr><tr><td>MAT</td><td>2.90</td><td>2.60</td><td>2.80</td></tr><tr><td>CNA</td><td>3.00</td><td>3.40</td><td>3.30</td></tr><tr><td>CFQ</td><td>3.30</td><td>3.10</td><td>3.20</td></tr><tr><td>EDV</td><td>2.90</td><td>2.90</td><td>3.60</td></tr><tr><td>ETL</td><td>3.70</td><td>3.20</td><td>3.60</td></tr><tr><td>ED M</td><td>4.10</td><td>4.00</td><td>4.10</td></tr><tr><td>EDF</td><td>3.40</td><td>3.50</td><td>3.90</td></tr><tr><td>EMRC</td><td>3.60</td><td>3.60</td><td>3.70</td></tr></tbody></table></div>	Turma	Q. Sc. 1p	Q. Sc. 2p	Q. Sc. 3p	LP	2.90	2.90	2.90	ING	2.80	3.00	3.00	ESP	3.30	3.20	3.30	HST	3.00	3.40	3.60	GGF	3.10	3.20	3.40	MAT	2.90	2.60	2.80	CNA	3.00	3.40	3.30	CFQ	3.30	3.10	3.20	EDV	2.90	2.90	3.60	ETL	3.70	3.20	3.60	ED M	4.10	4.00	4.10	EDF	3.40	3.50	3.90	EMRC	3.60	3.60	3.70
	Turma	Q. Sc. 1p	Q. Sc. 2p	Q. Sc. 3p																																																					
LP	2.90	2.90	2.90																																																						
ING	2.80	3.00	3.00																																																						
ESP	3.30	3.20	3.30																																																						
HST	3.00	3.40	3.60																																																						
GGF	3.10	3.20	3.40																																																						
MAT	2.90	2.60	2.80																																																						
CNA	3.00	3.40	3.30																																																						
CFQ	3.30	3.10	3.20																																																						
EDV	2.90	2.90	3.60																																																						
ETL	3.70	3.20	3.60																																																						
ED M	4.10	4.00	4.10																																																						
EDF	3.40	3.50	3.90																																																						
EMRC	3.60	3.60	3.70																																																						
<div><h3>Taxa de Sucesso</h3><table><thead><tr><th>Turma</th><th>Tx. Sc. 1ºper</th><th>Tx. Sc. 2ºper</th><th>Tx. Sc. 3ºper</th></tr></thead><tbody><tr><td>LP</td><td>80%</td><td>75%</td><td>83%</td></tr><tr><td>ING</td><td>60%</td><td>75%</td><td>80%</td></tr><tr><td>ESP</td><td>100%</td><td>75%</td><td>80%</td></tr><tr><td>HST</td><td>72%</td><td>100%</td><td>100%</td></tr><tr><td>GGF</td><td>75%</td><td>88%</td><td>95%</td></tr><tr><td>MAT</td><td>63%</td><td>52%</td><td>55%</td></tr><tr><td>CNA</td><td>75%</td><td>95%</td><td>92%</td></tr><tr><td>CFQ</td><td>95%</td><td>75%</td><td>83%</td></tr><tr><td>EDV</td><td>75%</td><td>63%</td><td>95%</td></tr><tr><td>ETL</td><td>100%</td><td>100%</td><td>100%</td></tr><tr><td>ED M</td><td>100%</td><td>100%</td><td>100%</td></tr><tr><td>EDF</td><td>95%</td><td>95%</td><td>95%</td></tr><tr><td>EMRC</td><td>100%</td><td>100%</td><td>100%</td></tr></tbody></table></div>	Turma	Tx. Sc. 1ºper	Tx. Sc. 2ºper	Tx. Sc. 3ºper	LP	80%	75%	83%	ING	60%	75%	80%	ESP	100%	75%	80%	HST	72%	100%	100%	GGF	75%	88%	95%	MAT	63%	52%	55%	CNA	75%	95%	92%	CFQ	95%	75%	83%	EDV	75%	63%	95%	ETL	100%	100%	100%	ED M	100%	100%	100%	EDF	95%	95%	95%	EMRC	100%	100%	100%	
Turma	Tx. Sc. 1ºper	Tx. Sc. 2ºper	Tx. Sc. 3ºper																																																						
LP	80%	75%	83%																																																						
ING	60%	75%	80%																																																						
ESP	100%	75%	80%																																																						
HST	72%	100%	100%																																																						
GGF	75%	88%	95%																																																						
MAT	63%	52%	55%																																																						
CNA	75%	95%	92%																																																						
CFQ	95%	75%	83%																																																						
EDV	75%	63%	95%																																																						
ETL	100%	100%	100%																																																						
ED M	100%	100%	100%																																																						
EDF	95%	95%	95%																																																						
EMRC	100%	100%	100%																																																						

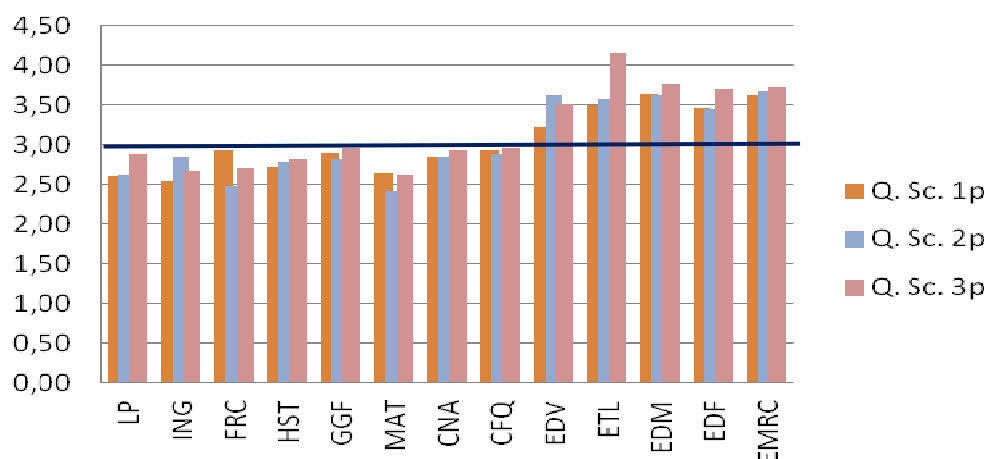
Qualidade do sucesso



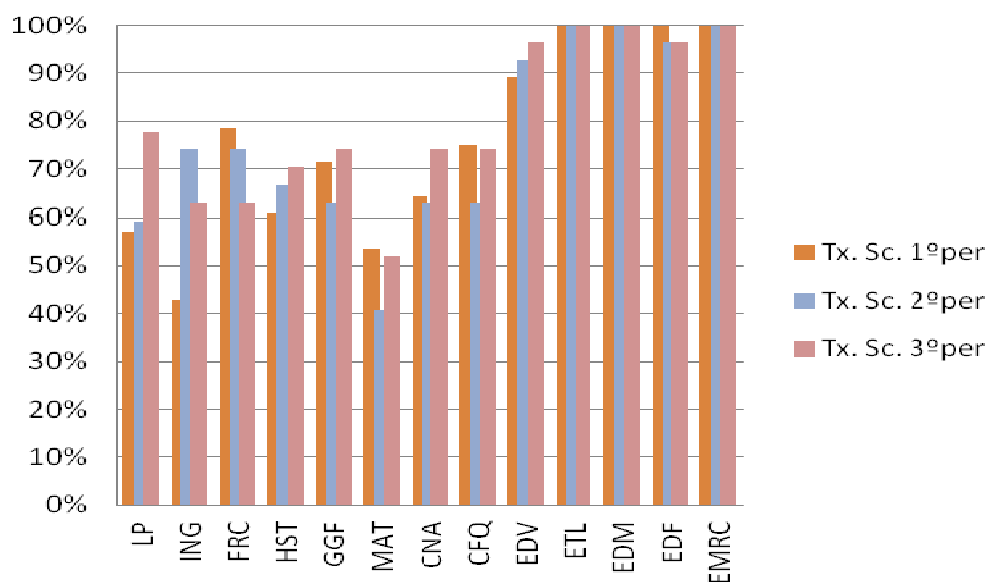
Taxa de Sucesso



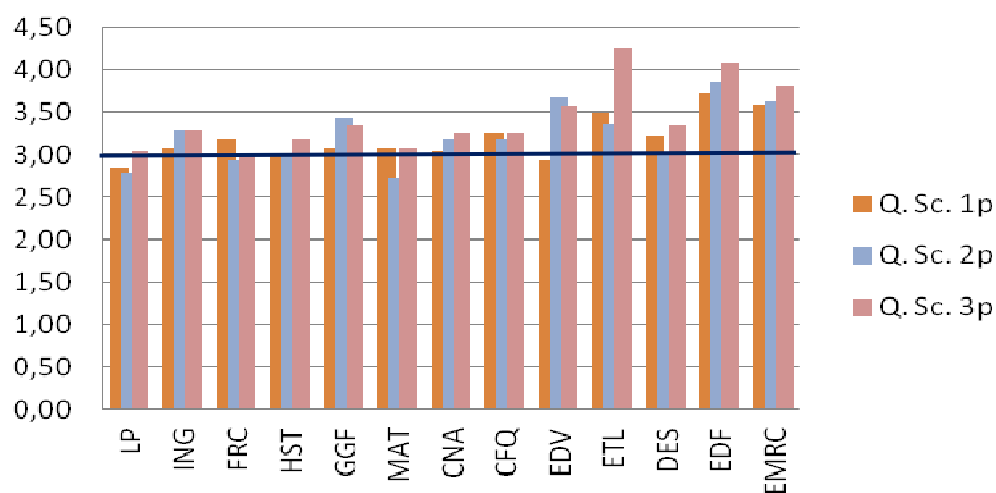
Qualidade do sucesso



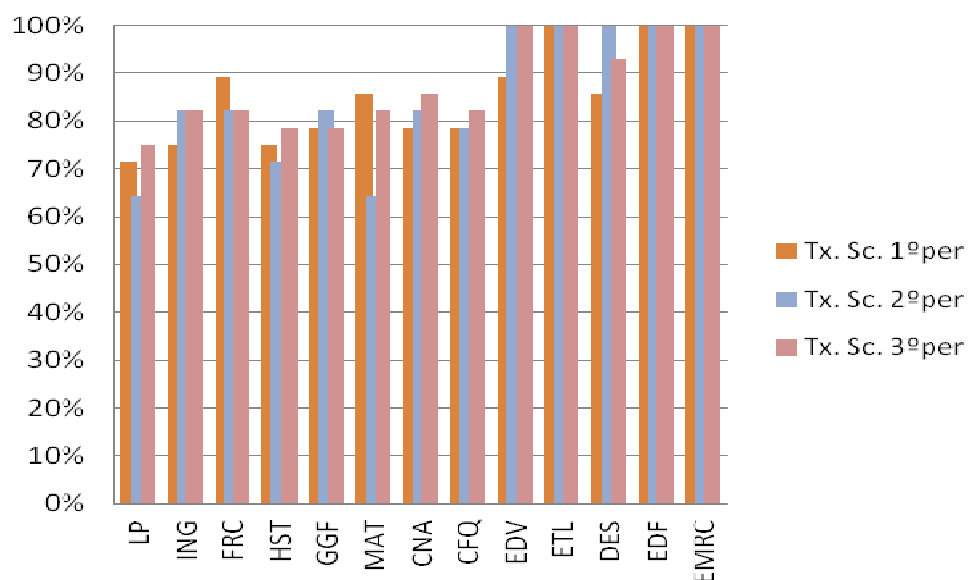
Taxa de Sucesso



Qualidade do sucesso



Taxa de Sucesso



Quadro 10 – Taxa e qualidade de sucesso por turma (2011/ 2012)

3.2.2. Caracterização da Escola

De forma a caracterizarmos o contexto escolar do local onde se desenvolveu o nosso estudo, recolhemos informação junto da secretaria e dos elementos da Direção Executiva. Posteriormente consultamos alguns documentos internos, a saber: Regulamento Interno, Projeto Educativo e Relatório de Avaliação Externa (realizada pela Inspeção Geral de Educação e Ciência, durante os dias 20, 21 e 23 de março de 2012).

O Agrupamento de Escolas de Frazão, situado no distrito do Porto e no concelho de Paços de Ferreira, entrou em funcionamento no ano letivo 1993/ 1994 e neste momento integra dez estabelecimentos de educação e ensino das freguesias de Arreigada, Frazão, Modelos e Seroa: um centro escolar e três escolas básicas com 1.º ciclo e educação pré-escolar, quatro escolas básicas com 1.º ciclo, um jardim-de-infância e a Escola Básica 2, 3 de Frazão (escola-sede), com 2.º e 3.º ciclos.



Figura 2 – Localização Geográfica do Agrupamento

Frazão é uma das freguesias mais importantes do concelho, continuando a deter uma importância fundamental na economia de Paços de Ferreira.

A área agrícola começou rapidamente a ser invadida pela indústria e pela construção. É a freguesia de maior concentração industrial no ramo da madeira e do mobiliário.

No campo desportivo, existe um pavilhão desportivo paroquial, campo de futebol e o pavilhão da Associação Recreativa e Cultural de Moinhos.

Em termos de serviços, sociais e culturais, além da junta de freguesia, a população de Frazão tem ao seu serviço um centro de dia para a terceira idade, um centro de atividades de tempos livres, diversos salões polivalentes em Moinhos e S. Brás, cinco associações recreativas e um clube de futebol.

Para além disso, dispõe ainda de uma unidade de socorro, integrada no núcleo de Frazão da Cruz Vermelha Portuguesa.

Em 2011/ 2012, a população escolar é constituída por 1454 alunos: 239 (12 grupos) da educação pré-escolar; 493 (25 turmas) do 1.º ciclo; 301 (13 turmas, incluindo o percurso curricular alternativo de madeiras/electricidade) do 2.º ciclo; 358 (15 turmas) do 3.º ciclo e 63 dos cursos de educação e formação (cinco turmas tipo 2 - Instalação e Operação de Sistemas Informáticos; Cuidados e Estética do Cabelo; Electricidades de Instalações; Serviço de Mesa e Acabamentos de Madeiras e Mobiliário).

Dos alunos matriculados no ensino básico, 99 % são de nacionalidade portuguesa, 2 % têm computador com ligação à Internet em casa e 73 % beneficiam de auxílios económicos, no âmbito da ação social escolar.

A educação e o ensino são assegurados por 124 docentes, dos quais, 79 % são do quadro. A sua experiência profissional é significativa, pois 85,5 % lecionam há 10 ou mais anos. O pessoal não docente é constituído por 48 trabalhadores, dos quais 40 assistentes operacionais e 8 assistentes técnicos. O Agrupamento conta ainda com a colaboração de uma técnica social, cuja intervenção está mais direccionada ao acompanhamento das situações comportamentais mais problemáticas e não dispõe de serviços de psicologia.

No que concerne à formação académica dos pais dos alunos, verificou-se que apenas 2 % têm uma formação superior e 7 % secundária e superior. Quanto à ocupação profissional, 3 % dos pais exercem atividades profissionais de nível intermédio ou superior.

O Agrupamento dispõe de processos de análise e monitorização dos resultados dos alunos, na avaliação interna e externa e da sua comparação com os valores de outros Agrupamentos e nacionais, que lhe permite conhecer o desempenho relativo dos seus alunos. Apesar dos condicionamentos do contexto sociocultural de proveniência dos alunos, os resultados académicos constituem um campo que apresenta claramente margens para melhoria.

Os docentes de todos os níveis de educação e ensino programam e realizam atividades experimentais que têm servido para “semear” nos discentes a curiosidade científica. Realizam-se com frequência atividades experimentais, em contexto de sala de aula e no âmbito de projetos/ clubes, facto que é registado com muita satisfação pelos alunos.

A Escola possui duas salas, a 9 e 10 (**figuras 3 e 4**), destinadas preferencialmente para atividades letivas e não letivas no âmbito da disciplina de CFQ. Dispõem ambas de bancadas laterais e saída de água, projetor multimédia e computador, sendo que a sala 9 possui ao centro mesas de dois lugares e a outra sala de três bancadas de laboratório, sem saída de água/ gás/ electricidade.

No início da investigação deparei-me com limitações de falta de material de laboratório. Para fazer face a esta situação, adquiri algum material adicional e foi feita requisição de outro

através do Programa Operacional Potencial Humano (POPH), uma vez que a temática Som e Audição é igualmente lecionada nos Cursos de Educação e Formação (CEF).



Figura 3 – Sala de CFQ (sala 9)



Figura 4 – Sala de CFQ (sala 10)

As aulas de CFQ das turma de 8.º ano, decorreram tanto na sala 9 como na 10, enquanto que as sessões do Clube de CFQ tiveram lugar na sala 10, exceto para a turma C, em que houve necessidade de dinamizar as sessões numa sala de aula normal, devido a limitações do espaço físico da Escola.

3.3. Instrumentos usados na investigação

De forma a levar a cabo a nossa investigação, recorreu-se a diversos instrumentos didáticos que permitiram a recolha de dados e outros que auxiliaram na divulgação, planificação e dinamização das sessões do clube de CFQ. O **quadro 11** sistematiza esses mesmos instrumentos com a sequência cronológica em que foram aplicados, bem como a sua calendarização/ local de aplicação e o grupo de intervenção que usufruiu desse recurso.

Instrumento	Identificação do instrumento	Calendarização/ Local	Grupo de intervenção	
			GC	GE
- Ficha Diagnóstica	- Ficha Diagnóstica acerca dos temas abordados no 8.º ano de escolaridade na disciplina de CFQ e para avaliar as competências adquiridas em anos letivos anteriores.	- Início do ano letivo (setembro 2011)/ aula de CFQ.	X	X
- Cartaz	- Cartaz de divulgação do Clube de CFQ.	- Início do ano letivo/ Afixado nas salas de CFQ, corredores e convívio dos alunos.	X	X
- Pré-Teste	- Teste sobre a temática da unidade curricular “Som e Audição”.	- Antes da leção da unidade “Som e Audição” (março 2012)/ Aulas de Formação Cívica (FC).	X	X
- APL/ RESE/ REVE/ RTVE	- Recursos didático para auxiliar na realização de atividades experimentais e na utilização das TIC.	- Durante a leção da unidade “Som e Audição”/ Clube de CFQ .		X
- QUIZ	- Torneio com respostas de escolha múltipla, sobre a unidade “Som e Audição”.	- No final da leção da unidade “Som e Audição”/ Clube de CFQ.		X
- Pós-Teste	- Teste sobre a temática da unidade curricular “Som e Audição” e com as mesmas questões do Pré-Teste.	- Após a leção da unidade “Som e Audição” (31 de maio e 1 de junho)/ Aulas de Formação Cívica (FC).	X	X
- Inquérito	- Inquérito para avaliar as sessões do Clube de CFQ.	- Após a leção da unidade “Som e Audição” (junho 2012)/ Clube de CFQ.		X

Quadro 11 – Instrumentos usados na investigação

3.3.1. Ficha Diagnóstica de 8.º ano

Tal como já mencionado na secção 3.2.1., a aplicação de uma ficha diagnóstica a todos os alunos que frequentam as quatro turmas do 8.º ano de escolaridade surgiu da necessidade de solidificar conhecimentos acerca da forma como estes estruturam o seu pensamento, das suas capacidades cognitivas, dos saberes adquiridos, das suas competências a nível de interpretação de textos/ imagens e de cálculo matemáticos.

A ficha (Anexo I, p. 120) é constituída por 13 questões, duas das quais apresentam uma alínea adicional. Os itens apresentados são maioritariamente de escolha múltipla, havendo uma questão de resposta aberta e outra de cálculo matemático.

A formulação das questões teve em linha de conta o público-alvo, nomeadamente a sua adequação à faixa etária, ao nível de conhecimento e aos interesses que os alunos já haviam demonstrado no ano letivo anterior.

As fichas diagnósticas foram alvo de avaliação quantitativa, não tendo sido comunicada aos alunos uma vez que não era nosso propósito considerar como um elemento de avaliação. Da análise do **gráfico 1** concluímos que a média das turmas é aproximadamente semelhante, salientando-se pela positiva o 8.º A e com uma média negativa o 8.º B.

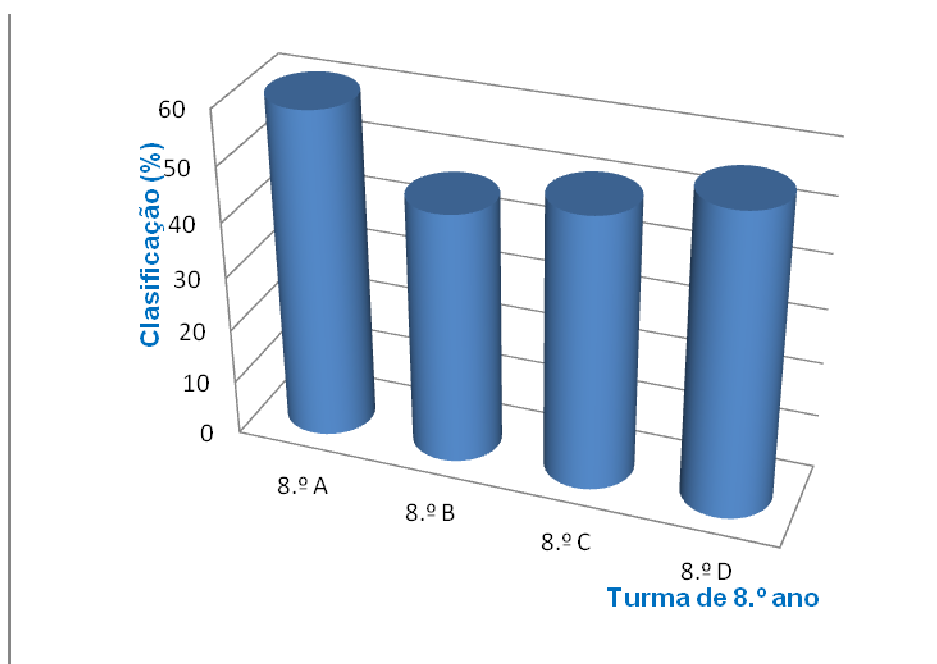


Gráfico 1 – Classificação das Fichas Diagnósticas

3.3.2. Cartaz de divulgação do Clube de CFQ

O cartaz elaborado (**figura 5**) teve como objetivos principais informar os alunos do 8.º ano da criação do Clube de CFQ e apelar à respetiva inscrição.

Uma vez que este foi afixado no interior da escola, numa versão em papel, foi possível aliar imagem a texto explicativo.

Na fase de elaboração do cartaz foi feita uma reflexão dos objetivos que este recurso deveria potenciar e concluímos que teria de ser adequado para a faixa etária dos alunos em questão: simples, motivador e divulgador. O cartaz encontra-se em anexo II (p. 126).



Figura 5 – Cartaz de divulgação do Clube de CFQ

3.3.3. Pré-Teste

A elaboração e implementação dos Pré-Testes teve como pano de fundo a concretização de determinados objetivos gerais no âmbito do estudo do tema “Som e Audição”, a saber: averiguar se os alunos revelavam as conceções prévias indicadas na literatura (secção 2.3. – Quadro 6) e/ ou outras; se conheciam os factos científicos e os sabiam aplicar a situações práticas do seu contexto local (bombos de Paços de Ferreira) e se evidenciavam a capacidade de análise e interpretação de gráficos/ imagens.

As 18 questões apresentadas fazem parte de um questionário que se classifica do tipo misto, uma vez que tanto possui questões de resposta aberta, bem como de resposta fechada. O primeiro tipo permitiu maior liberdade aos discentes para expor o seu raciocínio lógico, no entanto a sua classificação revelou-se um pouco complexa, dado o elevado número de tipologia de respostas divergentes. Nas cinco questões de resposta fechada, os alunos apenas tinham de selecionar a opção cientificamente correta. Neste último caso, a comparação de resposta entre alunos foi uma tarefa muito facilitada, mas em contrapartida, sentimos que se tornou difícil analisar a mudança conceptual diagnosticada nos discentes. O enunciado do Pré-Teste não inclui questões que envolvem cálculo matemático, uma vez

que o seu objetivo consistia em avaliar o nível de desenvolvimento cognitivo de ambos os grupos de intervenção.

O Pré-Teste foi aplicado a todos os alunos do 8.º ano de escolaridade, nas aulas de Formação Cívica, na presença da respetiva Diretora de Turma e da investigadora.

Os alunos foram elucidados dos objetivos da sua resolução; que o teste teria de ser feito de forma individual, sem esclarecimento de dúvidas e as respostas dadas seguiriam um regime de confidencialidade.

De forma a diagnosticar se os dois grupos de intervenção (GC e GE) seriam equivalentes e posteriormente determinar os ganhos de aprendizagem, procedeu-se à elaboração do documento alusivo aos critérios gerais e específicos de classificação, que posteriormente serviu de base à avaliação dos testes. A apresentação desse documento e a operacionalização da avaliação dos Pré-Testes será explorada no capítulo 4.

O enunciado do Pré-Teste encontra-se em anexo III (p. 128).

3.3.4. Recursos didáticos utilizados no Clube de CFQ

Para o nível etário dos alunos a que se reporta a nossa investigação (8.º ano), a implementação do ensino experimental das ciências segundo uma vertente tradicional, revela-se pouco adequada para proporcionar aprendizagens significativas, podendo mesmo gerar alguma confusão conceptual nos alunos (Hodson, 1993).

Porém, ainda há professores que defendem que os alunos estão menos propensos à distração, caso estejam a realizar atividades. Na nossa perspetiva esta visão é um pouco redutora e poderá mesmo causar nos alunos uma ideia deturpada da ciência, acreditando apenas na verdade absoluta, não criando oportunidade de registar as suas dúvidas/ hipóteses/ reflexões/ análise dos resultados/ fundamentação dos desvios às leis/ conclusões. Neste contexto, após a seleção de 18 experiências, 11 *software* educativos e 10 vídeos relacionados com a Acústica, que iremos descrever mais adiante, seguimos as indicações dadas por Pedrajes (2005), que defende a ideia que o professor deve “elaborar um programa-guia de atividades que oriente o trabalho dos alunos durante o processo de ensino-aprendizagem...”.

No anexo IV (p. 136) encontra-se um quadro que apresenta, de forma resumida, os 39 recursos didáticos elaborados pela investigadora e com a indicação dos 15 que foram explorados nas sessões do Clube de CFQ, de forma a servirem de suporte a uma estratégia

construtivista.

De realçar que todas as temáticas implícitas nas APL/ RESE/ REVE/ RTVE, correspondem a tópicos de Acústica contempladas nas Orientações Curriculares da área das Ciências Físicas e Naturais, componente de Ciências Físico- Químicas do Ensino Básico, fornecidas pelo Ministério da Educação. Excetuam-se a RESE 9 e as REVE: 3, 5, 6 e 7; onde se exploram conceitos no domínio do Efeito Doppler e o fenómeno sonoro da ressonância. Tal decisão foi intencional, de forma a pensar em projetos futuros e nos alunos sedentos de conhecimento científico.

3.3.4.1. Atividade Prática de Laboratório (APL)

A aplicação das doze APL, do universo de 18 elaboradas, teve como propósito “dar aos alunos o poder de construírem o seu próprio conhecimento” (Brooks e Brooks - 1999, p. 114) e para que tal acontecesse, foi fundamental que se estimulasse o debate de ideias entre pares e entre aluno/ professora. Neste contexto, o papel da professora foi de facilitadora e orientadora da mudança conceptual que ocorreu nos alunos e procurou-se evitar que o protocolo experimental se assemelhasse às habituais “receitas de culinária”. Foi também solicitado aos alunos para não encararem uma experiência como uma estratégia em que se pretende comprovar uma teoria ou lei, mas sim como um estudo com resultados abertos à discussão.

De forma a alcançar o sucesso educativo, foi nosso ponto de partida refletir sobre os objetivos que se pretendia alcançar e planificar as atividades, de modo a que os alunos fossem agentes principais na construção do conhecimento.

Na aplicação desta estratégia, para alunos do 8.º ano de escolaridade, era nosso propósito que os alunos estivessem bem elucidados do que fazem e porque o fazem, procurando relacionar a teoria à prática, discutindo as conceções prévias, de modo a gerar conflito conceptual e a serem eles próprios a ter necessidade de reformular as suas ideias (Correia, 2001).

Nesta perspetiva, as APL apresentam a seguinte estrutura:

- ✓ Questão motivadora: os alunos são desafiados a refletir sobre uma situação problema e a debater, com os colegas e a professora, as suas ideias e hipóteses.
- ✓ Finalidades: são esclarecidos os objetivos da referida APL.
- ✓ Fundamento Teórico: apenas é disponibilizado no caso de APL que abarcam conhecimentos teóricos mais complexos e elaborados.
- ✓ Material/ Procedimento: cada aluno lê uma etapa do procedimento e as dúvidas eram esclarecidas antes de se passar para a parte prática.

- ✓ Registo/ Tratamento de dados: neste item os alunos eram convidados a registar os valores numéricos e a efetuar os cálculos necessários.
- ✓ Conclusões: era pedido uma resposta para as questões motivadoras; resolver um exercício de preenchimento de espaços, com auxílio de um conjunto de palavras chave (em número excessivo, de forma a apelar ao espírito crítico); e a aplicarem os conhecimento adquirido a outras situações práticas do dia a dia.
- ✓ “Para saber mais...”: especialmente a pensar nos alunos que ambicionam alargar os seus conhecimentos e naqueles que têm de ser motivados para o ensino das ciências, proporciona-se aqui a oportunidade de, através da interpretação de texto/ pesquisa na internet de blogues, vídeos e simuladores, encontrar as ferramentas necessárias para o sucesso educativo.

De realçar que a APL 4 – O meu minimicrofone resulta de uma adaptação de um artigo publicado na revista Quero Saber (N.º 14 - novembro, 2011). A APL18 – Avalia a tua audição, foi realizada com a colaboração da Enfermeira Fátima Sousa, pertencente à equipa de Saúde Escolar do Centro de Saúde Paços de Ferreira, que prontamente se disponibilizou para a realização de exames audiométricos e na sensibilização dos alunos para as questões associadas à exposição prolongada ao ruído (**figura 6**).



Figura 6 – Colaboração da equipa de Saúde Escolar de Paços de Ferreira

Todos os protocolos experimentais realizados encontram-se em anexo V (p. 139).

3.3.4.2. RESE/ REVE/ RTVE

Nesta investigação, para além das atividades experimentais, foram também aplicadas nas sessões do Clube de CFQ quatro das 21 atividades elaboradas, com recurso às Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC). A sua utilização em número reduzido deveu-se ao facto

das duas salas de informática estarem frequentemente indisponíveis.

Partilhamos a opinião de Mintzes *et al.* (2000) e Cachapuz *et al.* (2002), ao afirmarem que as TIC constituem uma ferramenta importante no desenvolvimento da autonomia e permitem que os alunos tenham acesso a um grande volume de informação científica atualizada.

Advogamos que o computador não deve substituir as APL, mas antes ser um excelente complemento, nomeadamente em situações que seja imperativa a realização de experiências difíceis ou impossível de realizar na prática (por implicarem recursos demasiado dispendiosos, muito perigosas, demasiado lentas/ rápidas,...).

Consciente de que o recursos associados às TIC têm todo o potencial para serem considerados os mecanismos de aprendizagem para o Século XXI, desde que explorados de uma forma eficaz, foi nossa preocupação a escolha rigorosa desses mesmo recursos, assegurando boa qualidade conceptual e técnica; flexibilidade e atraente. Qualidades conceptuais, porque é importante que o recurso aborde situações adequadas à faixa etária dos alunos e que se enquadre no tema alvo de estudo, sem apresentar qualquer tipo de incorreção científica. Qualidades técnicas, no sentido de não permitir dúvidas, nem que o aluno se disperse do objetivo da exploração do recurso e que o aluno aprenda rápido. Flexibilidade, por permitir múltiplas abordagens adequadas a diversos objetivos curriculares. Atraente, pois é o fator mais referido pelo utilizadores como determinante para a escolha de um recursos (Chagas, 1998, p. 115) e devem ser agradáveis e harmoniosos para os sujeitos que o exploram.

Os Roteiros de Exploração de *Software* Educativo (**RESE**) encontram-se subdivididos nos seguintes itens:

- ✓ Introdução: o aluno é elucidado do tema explorado, dos objetivos, do endereço da simulação e é convidado a seguir as instruções, para posteriormente responder a um conjunto de questões.
- ✓ Entrar no jogo: os alunos são informados do endereço que devem colocar no navegador da internet, de forma a acederem à aplicação.
- ✓ Tutorial do *Software*: é lançada uma questão problema e posteriormente dado um esclarecimento detalhado, através de imagem e texto, acerca das aplicações do *software*.
- ✓ Vamos explorar a simulação...: à medida que são seguidas as instruções, o aluno deverá responder às questões que lhe são colocadas.
- ✓ Conclusões: o aluno deverá responder às questões que lhe são colocadas e refletir na resposta à questão problema.

- ✓ Sugestões/ Desafio: o aluno deverá analisar criticamente o *software*, sugerir ações de melhorias e efetuar pesquisas na internet.

De forma a testar a validade/ utilidade deste recurso educativo, foi aplicada a RESE 1 e a RESE 2 a alunos de duas turmas dos Cursos de Educação e Formação (CEF), antes da sua utilização no Grupo Experimental. O *feedback* recolhido é que se tratava de uma estratégia motivadora, porém estes alunos evidenciaram algumas dificuldades na resolução dos campos: “sugestões” e “desafio final”. Por esse motivo, decidimos eliminá-los nas RESE seguintes.

Nas RESE que fazem referência a *software* em língua estrangeira, no respetivo roteiro é disponibilizada a tradução para português.

Os Roteiros de Exploração de Vídeo Educativo (**REVE**) encontram-se subdivididos nos seguintes itens:

- ✓ Introdução: o aluno é elucidado do tema explorado, dos objetivos, do endereço da simulação e é convidado a seguir as instruções, para posteriormente responder a um conjunto de questões.
- ✓ Entrar no vídeo: os alunos são informados do endereço que devem colocar no navegador da internet, de forma a acederem ao vídeo.
- ✓ Questões: são lançadas questões que acompanham a sequência do vídeo, podendo o aluno, caso necessite, fazer paragens e voltar a repetir a sua visualização. (Por exemplo, na REVE 7 – Tubos de som, é lançada uma questão problema, ao que no final o aluno deverá ser capaz de formular uma resposta cientificamente aceite).

Nas sessões do Clube de CFQ apenas foi dinamizada a REVE 2 – Propagação do som com pressão do ar variável. Os alunos manifestaram entusiasmo com o facto do som não se propagar no vazio e alguma admiração com as variações do volume de gás no interior do balão. Revelaram-se também muito lisonjeados por terem acesso a um vídeo editado por um Professor da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Professor Doutor Paulo Simeão Carvalho.

Em virtude dos alunos pertencentes à Escola de intervenção manifestarem grandes dificuldades no domínio da Língua Inglesa, tal como comprovam os gráficos do quadro 10 (Subcapítulo 3.2.1.), pareceu-nos pertinente a criação de um recurso educativo que promovesse a interdisciplinaridade e que consciencializasse os alunos que a existência de aplicações em língua estrangeira, não poderão constituir uma barreira à aprendizagem.

A opção da seleção da Língua Inglesa prendeu-se com o facto de ser a língua estrangeira em comum a todos os alunos das quatro turmas do 8.º ano e a mais falada mundialmente em termos científicos.

Os dois Roteiros de Tradução de Vídeo Educativo (**RTVE**) encontram-se subdivididos nos seguintes itens:

- ✓ Introdução: o aluno é elucidado do tema explorado, dos objetivos, do endereço da simulação e é convidado a seguir as instruções, para posteriormente responder a um conjunto de questões.
- ✓ Entrar no vídeo: os alunos são informados do endereço que devem colocar no navegador da internet, de forma a acederem ao vídeo.
- ✓ Tradução das legendas do vídeo educativo: à beira de cada uma das imagens do vídeo, os alunos são convidados a procederem à tradução das legendas e, se necessário, poderão consultar um dicionário. No final devem fazer um resumo do vídeo.

Nas sessões do Clube de CFQ não houve possibilidade de por em prática as duas REVE, por escassez de tempo.

Todos as RESE, REVE e RTVE encontram-se em anexo VI (p. 201).

3.3.5. QUIZ

A aplicação do **QUIZ** (**figura 7**) teve lugar na penúltima sessão do Clube de CFQ, após a dinamização das atividades educativas alusivas à Acústica.

Este jogo, elaborado pela investigadora, é constituído por treze questões de resposta fechada (escolha múltipla), diferentes das incluídas nos testes e fichas de avaliação e segue uma tipologia semelhante ao programa de televisão: “Quem Quer Ser Milionário?”.



Figura 7 - Quiz

Foram incluídas questões que requerem a análise de gráficos/ imagem, de forma a tentar diluir dificuldades anteriormente diagnosticadas.

Ao longo desta atividade houve a possibilidade de discutir as respostas dadas, verificar as dúvidas que ainda persistiam, incentivar a participação dos alunos e promover o espírito crítico e de equipa.

Conciliando o carácter lúdico a que este jogo nos proporciona com os objetivos de aprendizagem inerentes, a docente informou os alunos das regras, a saber:

- ✓ Cada equipa deveria ter, em média três elementos.
- ✓ Os alunos deviam aguardar em silêncio até ser a vez da sua equipa a jogar.
- ✓ Após a leitura da questão selecionada, todos os elementos do grupo deviam discutir a resposta e apenas o porta-voz poderia comunicar à professora a opção correta.
- ✓ Cada resposta certa teria a cotação de 1 ponto e a resposta errada de zero pontos.
- ✓ A equipa que acumulasse mais pontos sagrar-se-ia a equipa vencedora.

Tal como ilustra a **figura 8**, a motivação foi o sentimento partilhado por todos os intervenientes. Os objetivos desta atividade foram amplamente alcançados e mais uma vez pusemos em prática o pensamento de Rogers (1986), que afirmou: “Não podemos ensinar, mas sim facilitar a aprendizagem”.

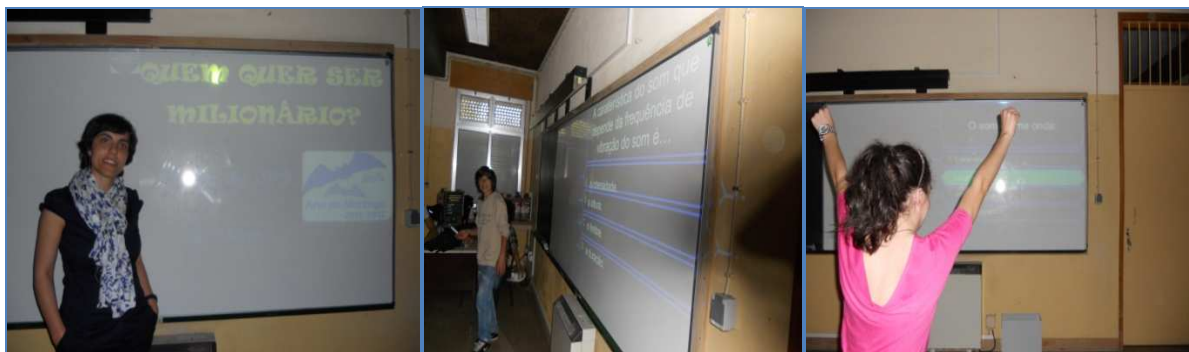


Figura 8 – Penúltima sessão do Clube de CFQ (QUIZ)

A impressão do Quiz encontra-se em Anexo VII (p. 286).

3.3.6. Pós- Teste

O Pós-Teste apresenta as mesmas 18 questões que as do Pré-Teste, diferindo apenas no objetivo, onde os alunos são informados que este terá como finalidade avaliar as suas aprendizagens e diagnosticar de forma indireta quais as estratégias de ensino e aprendizagem que mais contribuíram para a mudança conceptual significativa.

Numa fase inicial ainda se levantou a possibilidade das 5 questões de resposta fechada (escolha múltipla) existentes no Pré-Teste serem convertidas em respostas de questão aberta, para o caso do Pós-Teste. Desta forma, teríamos ao nosso alcance uma estratégia mais eficaz para avaliar a mudança conceptual. Porém, essa ideia foi abandonada uma vez que a comparação das taxas de sucesso por aluno e por questão, bem como o cálculo dos respetivos ganhos de aprendizagem, ficariam comprometidos.

O Pós-Teste foi aplicado a todos os alunos do 8.º ano de escolaridade, nas aulas de Formação Cívica, no dia 31 de maio de 2012 para o 8.º C e no dia 1 de junho para o 8.º A, 8.º B e 8.º D, na presença da respetiva Diretora de Turma e da investigadora. Os alunos foram elucidados que o teste teria de ser feito de forma individual, sem esclarecimento de dúvidas e as respostas dadas seguiriam um regime de confidencialidade.

Não houve qualquer informação prévia aos alunos que iria ser aplicado este teste com as mesmas questões do Pré-Teste, após a lecionação do tema “Som e Audição”. Os alunos que realizaram primeiro o Pós-Teste (8.º C), garantiram que não comunicaram essa informação aos restantes alunos de 8.º ano. Estamos consciente que se tal tivesse acontecido, os alunos poderiam fazer uma preparação prévia, ou mesmo até conduzir à memorização das respostas.

De seguida, procedemos à avaliação dos Pós-Testes, no sentido de apurarmos a taxa de sucesso por questão/ turma/ grupo de intervenção e cálculo dos ganhos de aprendizagem. A operacionalização da avaliação dos Pós-Testes é feita no capítulo 4.

O enunciado do Pós-Teste encontra-se em anexo VIII (p. 293).

3.3.7. Inquérito

A elaboração de um inquérito surgiu da necessidade de recolher a opinião dos alunos, acerca da dinamização das sessões do Clube de CFQ/ desempenho da docente/ grau de motivação

dos alunos/ sugestões futuras, com o objetivo de melhorar o meu desempenho como professora.

O enunciado do Inquérito encontra-se subdividido nos seguintes itens:

- ✓ Objetivos do inquérito: os alunos são informados que o propósito do inquérito é proceder a uma avaliação das sessões do Clube de CFQ, de forma a investigadora apurar as estratégias de melhoramento, que promovam o sucesso educativo dos alunos que futuramente frequentem a Clube.
- ✓ Identificação do aluno que participou na dinamização das sessões do Clube de CFQ: os alunos devem indicar a turma e número a que pertencem, idade, sexo, local de residência e profissão do agregado familiar.
- ✓ Caracterização do aluno: é constituído por duas questões de resposta fechada e duas de resposta mistas, uma vez que se o aluno optar pela opção “sim”, terá de a fundamentar. Neste item selecionaram-se questões que poderão ter tido um papel preponderante na compreensão e motivação para o estudo do tema “Som e Audição”.
- ✓ Motivações para a participação no Clube de CFQ: é constituído por três questões, onde os alunos expressam como tiveram conhecimento da dinamização do clube, o que os motivou a inscreverem-se e quantas sessões frequentaram.
- ✓ Avaliação da dinamização das atividades do Clube de CFQ: contempla nove questões parametrizadas de 1 até 6, sendo que os primeiros três parâmetros de resposta se classificam como nível negativo e os últimos três, como nível positivo. Com estas questões pretendia-se avaliar concretamente a pertinência e eficácia da concretização das atividades, relações interpessoais, qualidade do material e do espaço físico e a qualidade/ quantidade dos recursos adicionais facultados.
- ✓ Avaliação da intervenção da professora de CFQ: os alunos são convidados a selecionar um dos parâmetros de resposta de 1 até 6, de forma a avaliar o desempenho da docente quanto às competências científicas, estratégias de ensino e aprendizagem utilizadas e a relação interpessoal que estabeleceu com os alunos.
- ✓ Sugestões: constituída por duas questões de resposta aberta, onde os alunos devem indicar sugestões de temas e atividades a dinamizar futuramente, justificando.

O preenchimento deste inquérito teve lugar na última sessão do Clube de CFQ e foi feito de forma individual. A apresentação/ discussão das respostas dadas é feita no capítulo 4.

O enunciado do inquérito encontra-se em anexo IX (p. 301

Capítulo 4 – APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS

4.1. Critérios de avaliação dos Pré e Pós-Testes

4.2. Apresentação e análise dos resultados por turma

4.2.1. Apresentação e análise dos resultados do Pré-Teste, por turma

4.2.2. Apresentação e análise dos resultados do Pós-Teste, por turma

4.3. Apresentação dos resultados, por grupo de intervenção

4.4. Ganhos de Aprendizagem

4.4.1. Metodologia de Ganhos de Aprendizagem

4.4.2. Aplicação da metodologia de Ganhos de Aprendizagem

4.5. Inquérito

4.5.1. Caracterização da amostra

4.5.2. Avaliação das sessões do Clube de CFQ

4.5.3. Avaliação da intervenção da Professora

4.5.4. As minhas sugestões

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS

*Neil Armstrong pôs os pés na Lua
e a Humanidade inteira saudou nele
o Homem Novo.
No calendário da História sublinhou-se
com espesso traço o memorável feito (...)*

“Poema do Homem Novo”, in *Novos Poemas Póstumos de ANTÓNIO GEDEÃO*,
1.ª edição, 1990, Edição João Sá da Costa, Lisboa

Neste capítulo irá apresentar-se e proceder-se a uma análise crítica dos resultados obtidos na nossa investigação, após a aplicação de estratégias de ensino e aprendizagem inovadoras nas sessões do Clube de Ciências Físico-Químicas.

Este capítulo encontra-se dividido em cinco partes. Na primeira parte, apresentam-se os critérios de correção aplicados para a correção dos Pré-Testes e Pós-Testes, dando particular atenção à análise dos critérios específicos.

Na segunda, discutem-se os resultados obtidos nos testes, onde os alunos se encontram organizados por grupo/ turma. Na terceira, irá novamente apresentar-se os resultados dos testes, mas agora com os alunos distribuídos pelos dois grupos de intervenção. Esta análise de resultados irá merecer um maior aprofundamento, examinando-se as alterações a nível do conhecimento dos subtemas alusivos à Acústica, como consequência da intervenção a que foram sujeitos.

Na quarta, irá apresentar-se a metodologia aplicada para o cálculo dos ganhos de aprendizagem e a análise crítica dos valores obtidos na nossa investigação.

Por fim e como a opinião dos nossos alunos deverá ser sempre motivo de reflexão, como objetivo último de melhorarmos as nossas práticas letivas, irá proceder-se à descrição do inquérito aplicado aos alunos que frequentaram o Clube de Ciências Físico-Químicas, bem como à análise das respostas dadas.

4.1. Critérios de Avaliação dos Pré e Pós-Testes

Na elaboração do documento alusivo aos **critérios gerais de classificação** dos Pré e Pós-Testes (anexo X, p. 305) consultámos o documento equivalente, correspondente aos Testes Intermédios Nacionais e ao Exame de Equivalência a Frequência (da escola de intervenção) de Ciências Físico-Químicas.

Nele incluem-se instruções gerais tanto para a correção das respostas de questões abertas, como de resposta fechada.

O documento alusivo aos **critérios específicos de avaliação** permite explicar a operacionalização da avaliação dos Pré e Pós-Testes.

As respostas dadas pelos alunos foram parametrizadas e atribuído um nível (em numerário) de desempenho (L), sendo que às justificações de significado idêntico, foram agrupadas e dado o mesmo nível de desempenho. Nas questões de escolha múltipla também houve necessidade de atribuir-se números aos níveis de desempenho (L), para permitir o tratamento estatístico em Excel.

A classificação das respostas seguiu também os seguintes critérios:

- ✓ Às respostas cientificamente aceites, foi-lhes atribuída a cotação máxima de um ponto. A essas respostas foi-lhe conferido o nível de desempenho “1”, exceto nas questões 1, 2, 3 e 5.
- ✓ No caso em que o aluno não responde, atribui-se a cotação de zero pontos e o nível de desempenho (L) de “99”.
- ✓ Nas questões 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 e 15, houve lugar a cotações parciais.

A análise das respostas dadas pelos alunos e expressas nas grelhas alusivas aos critérios específicos de correção, permitiu-nos identificar que os alunos evidenciavam algumas conceções prévias. Desta forma, o **quadro 12** resume-as, por subtema da unidade de aprendizagem Som e Audição e por questão do Pré e Pós-Teste.

Subtema do Som	Questão do teste	Conceções prévias e dificuldades identificadas nas respostas dos Pré e Pós-Testes
1.1. Fontes Sonoras
1.2. Ondas
1.3. As características das ondas
1.4. Os atributos do som	5.	❖ Na linguagem da Física, pedir o som mais alto é querer obter o mesmo som num volume superior, ou seja, aumentar a intensidade do som.

	5.1.	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Na linguagem da Física pedir um som mais alto significa: <ul style="list-style-type: none"> - obter o mesmo som num volume inferior, ou seja, diminuir a intensidade do som./ - obter o mesmo som num volume inferior, ou seja, aumentar a intensidade do som./ - querer o mesmo som num volume superior, ou seja, manter a intensidade do som./ Apenas na linguagem corrente é que pedir um som mais alto significa obter o mesmo som num volume superior, ou seja, aumentar a intensidade do som. / - obter o som mais longe./ - obter o mesmo som, num volume superior, ou seja, um som mais agudo./ - aumentar a “quantidade” e não o volume.
	8.	<ul style="list-style-type: none"> ❖ É o timbre, pois: <ul style="list-style-type: none"> - os sons diferem na altura e na frequência./ É o timbre, pois os sons apresentam igual frequência e altura. - cada instrumento tem um timbre diferente. - são sons que se conseguem ouvir. ❖ O som emitido não é igual porque são instrumentos diferentes. ❖ O som emitido pelo bombo é grave./ O som da guitarra é muito alto (grandes vibrações). ❖ Uns sons são mais graves e outros agudos e também diferem na intensidade./ Os sons têm a mesma qualidade e intensidade. ❖ Os bombos são fechados e fazem eco. ❖ Porque tocam todos ao mesmo tempo e há uma mistura de sons. ❖ A qualidade do som é péssima/ boa. ❖ Diferem na onda vibratória. ❖ Conseguimos distinguir por causa do tímpano. ❖ A guitarra é elétrica e tem notas, ao contrário do bombo, que não é elétrico e nem tem notas. ❖ A qualidade do som depende da velocidade e da força aplicada.
	15.	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Nas garrafas vazias os sons classificam-se de agudos e nas cheias de graves. ❖ Quanto maior a quantidade de água no interior da garrafa, mais som será transmitido./ Porque o som “movimenta-se” na água e o som é diferente, consoante a quantidade de água./ Se a garrafa estiver mais cheia de água o som será mais “grosso” e quanto menor o volume de líquido o som será mais “fino”./ Quanto menos cheia de água estiver a garrafa, mais espaço o som terá para se propagar./ Quanto maior for o volume do líquido, o som será menor. ❖ Porque tem quantidades de água diferentes, a reflexão do som vai processar-se de forma diferente./ Porque a água impede a propagação das ondas sonoras, é como a sala de aula que é grande e ouve-se o eco./ Quanto maior a quantidade de líquido, não irá deixar com que o som entoe. ❖ Porque o tipo de plástico de cada garrafa é diferente.
1.5. A propagação do som e a sua velocidade	1.	❖ Há propagação do som no espaço.
	1.1.	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Não há propagação do som no espaço: <ul style="list-style-type: none"> - Porque no espaço não existe gravidade./ - Porque a distância

		<p>entre a Terra e a Lua é muito grande./ - Porque no Universo não há energia, nem oxigénio./ Devido aos diferentes gases que há no espaço e à falta de elementos sólidos./ - Porque primeiro vemos e só depois é que ouvimos o som.</p> <p>❖ Há propagação do som no espaço:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ouvem-se as grandes explosões, porque o som é grande./ Porque o som das explosões espalha-se por todo o espaço. Ouve-se porque as explosões fazem sempre barulho./ Ouve-se o som, pois o ar é muito “violento” e empurra tudo./ - Ouve-se imenso, mas não sabemos o dB./ - Ouve-se porque apesar de na Lua não haver gravidade, isso não influencia a propagação do som.
	2.	<p>❖ O som propaga-se com maior facilidade:</p> <ul style="list-style-type: none"> - no ar./ - na água de uma piscina./ - não podemos afirmar, por não se saber a intensidade do som.
	3.	<p>❖ O som propaga-se em todos os meios materiais, exceto na cortiça.</p> <p>❖ Embora o som se propague nos sólidos ou na água, o seu meio privilegiado de propagação é o ar e só se propaga na água, porque existe ar entre as suas partículas.</p> <p>❖ O som é uma entidade com a capacidade de se movimentar, desde que não encontre obstáculos físicos a essa propagação.</p>
	6.	<p>❖ Os corpúsculos movimentam-se desde a fonte até ao ouvido, sendo que quando saem da fonte estão mais agitados e à medida que se vão afastando da fonte, movimentam-se menos.</p> <p>❖ O som propaga-se devido à intensidade e timbre da voz de uma pessoa./ O som propaga-se, porque se espalha. Se quisermos que o som se espalhe mais, falamos mais alto.</p> <p>❖ O som é refletido (eco) e vai para os ouvidos das pessoas./ As cordas vocais vibram emitindo sons que depois ao baterem num sólido, voltam e ouve-se.</p> <p>❖ O som propaga-se, pois há energia e oxigénio.</p> <p>❖ O som propaga-se através do espaço existente entre as partículas do ar.</p> <p>❖ Há propagação de som, porque o som se movimenta.</p>
	7.	<p>❖ Após a transmissão do som, o fio vibra, transmitindo o som até à outra extremidade do fio. Desta forma ouve-se o eco.</p> <p>❖ Uma pessoa fala a partir do copo e liberta gases (corpúsculos), que vão atravessar a corda, chegando aos ouvidos da outra pessoa.</p> <p>❖ Quanto maior o copo, maior é o som.</p> <p>❖ Conseguimos comunicar com este telefone de copos, devido ao ar.</p>
1.6. Algumas propriedades do som	4.	❖ Não se consegue ouvir o eco dentro da sala, porque o som bate na parede muito depressa e o som ouve-se ao mesmo tempo
	4.1.	<p>❖ O som não se ouve ao mesmo tempo, porque a velocidade do som não é assim tão rápida./ Porque o som bate na parede e quando é refletido já demora mais.</p> <p>❖ Não se ouve o eco, porque a sala tem pouco espaço livre.</p>

		<ul style="list-style-type: none"> ❖ Não se consegue ouvir o eco, porque o som ouve-se com o ar. ❖ Depende do sítio onde estiver. Se falar alto, o meu colega ouve mais depressa do que mais longe. ❖ Não se consegue ouvir o eco se na sala estiver muito barulho.
	12.	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Porque os morcegos são uns mamíferos que ouvem até aos 120 000 Hz. ❖ Respostas que resultam da humanização (respostas dos humanos aos estímulos)
1.7. Nós e os sons	9.	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Os alunos justificam a(s) fonte(s) sonora(s) selecionada(s), dizendo que esta(s), são/ apresentam/ porque: <ul style="list-style-type: none"> - dB muito elevados./ densidade maior do que 90 dB/ sons muito fortes, intensos, agudos, grave/ a partir de 120 dB sentimos dor/ o ouvido humano só aguenta de 20 até 120 dB/ o nível de densidade sonora é maior do que 90 dB/ a partir de 160 dB ficamos surdos/ 120 Hz corresponde ao limiar de audição/ sons mais graves/ exercem uma grande pressão no chão/ só suportamos 90 dB nos nossos tímpanos.
	11.	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Não se ouve o apito porque não existe meio material. ❖ Porque o som propaga-se lentamente. ❖ Não conseguimos ouvir porque os humanos não têm capacidade de capturar frequências tão baixas. ❖ Porque esses apitos têm um nível sonoro elevado./ Porque o nível de intensidade sonora do apito é menor que 20 dB./ Porque o apito emite sons superiores a 20 000 dB.
	13.	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Porque a frequência (Hz) do elefante é superior à do maremoto./ Porque o espetro sonoro traduz valores de frequências. ❖ Porque os elefantes ouvem ultrassons e por isso, conseguem ouvir sons muito distantes. ❖ Porque um maremoto faz muito barulho./ Porque o maremoto emite um som forte (intenso), perceptível pelo elefante./ Porque conforme a intensidade do maremoto, mais produz som./ Porque os elefantes ouvem sons a grande distância./ Porque eles têm uma amplitude sonora elevada. ❖ Os elefantes conseguem ouvir até os 10 000. ❖ Porque os elefantes conseguem ouvir ondas sonoras com nível de dB baixo.
Ressonância	10.	<ul style="list-style-type: none"> ❖ As vibrações sonoras emitidas pela Mónica são diferentes das vibrações do copo e este irá partir.
Efeito Doppler	14.	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Quando a ambulância se aproxima o som também se aproxima e vice-versa. ❖ Porque quanto mais perto dos ouvidos, o som parece mais intenso. ❖ O som propaga-se mais quando está longe./ Quando estiver longe demora muito tempo a chegar aos nossos ouvidos e começa a perder as vibrações.

Quadro 12- Conceções prévias evidenciadas na resolução dos testes

Da comparação do quadro 6 (secção 2.3.) com o quadro 12, verificamos que as respostas dadas pelos alunos do nosso grupo de intervenção, vão ao encontro das concepções prévias expressas na literatura, para este nível de escolaridade. Assim, as principais diferenças encontradas neste último quadro são:

- ✓ Os sons diferem no timbre, quando apresentam altura e intensidade diferentes.
- ✓ A receção do som por parte do ouvido é sempre uma consequência da reflexão do som.
- ✓ A propagação do som está relacionada com a existência ou não de gravidade e/ ou energia no local onde se emite o som.
- ✓ Para haver eco é apenas necessário emitir um som numa sala vazia.
- ✓ A absorção e a reflexão do som não podem ocorrer em simultâneo.
- ✓ Os alunos omitem as unidades e confundem as grandezas físicas frequência e nível de intensidade sonora.
- ✓ Nível de intensidade sonora é a mesma coisa que densidade sonora.
- ✓ Um som forte tem elevado nível de intensidade sonora.
- ✓ Os danos causados no aparelho auditivo não dependem do tempo de exposição ao ruído.
- ✓ Quando uma ambulância se aproxima, o som emitido é mais forte.
- ✓ Quando a ambulância se afasta, as ondas sonoras ficam mais largas.
- ✓ O som propaga-se melhor no ar do que na água líquida e só se propaga na água, porque entre os seu corpúsculos há ar.
- ✓ O som emitido por um xilofone de garrafas depende do tipo de plástico da garrafa.

4.2. Apresentação e análise dos resultados por turma

A apresentação e análise dos resultados que a seguir se irá descrever é feita por grupo turma. De facto, na correção dos testes os mesmos encontravam-se organizados por turmas, de forma a evitar qualquer tipo de favorecimento, nomeadamente aos alunos pertencentes ao grupo experimental e desta forma poderíamos verificar se as taxas de sucesso alcançadas no Pré-Teste estão em consonância com a caracterização das turmas apresentada no capítulo 3.

As grelhas de correção dos testes encontram-se em anexo XI (p. 324) e apresentam a estrutura indicada na **figura 9**.

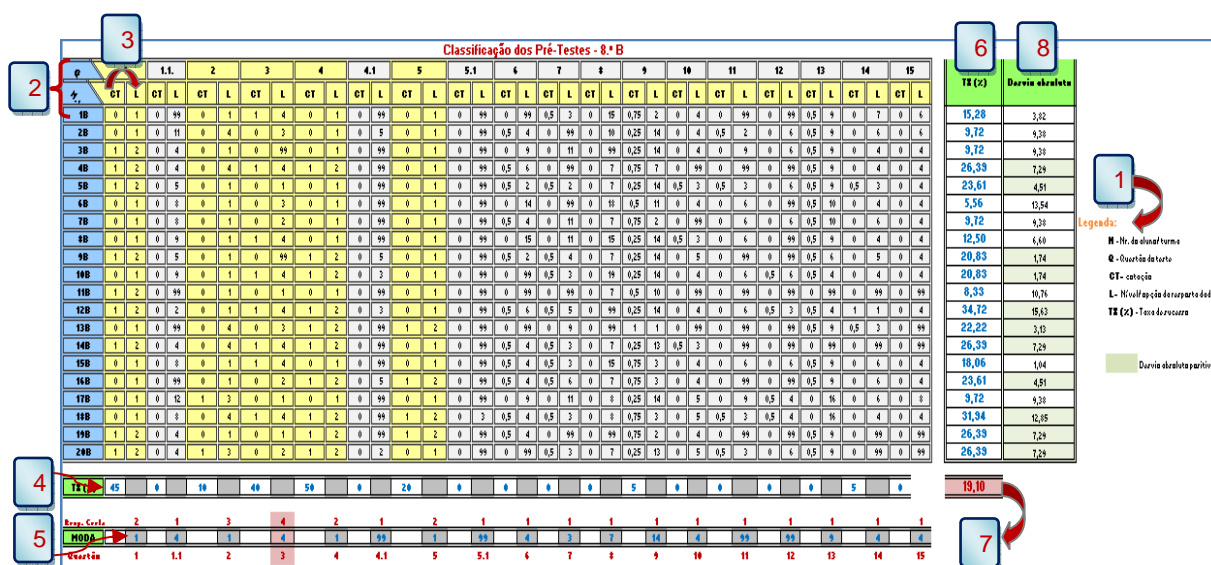


Figura 9 – Grelha de classificação dos testes, por turma

Da análise da **figura 9**, destacamos os seguintes campos:

- ✓ **1**: legenda.
- ✓ **2**: Questão do teste e identificação do aluno (número e turma).
- ✓ **3**: cotação (CT) e nível de desempenho (L).
- ✓ **4**: taxa de sucesso por questão (% de alunos com cotação de 1 ponto na questão considerada).
- ✓ **5**: moda (nível de desempenho mais escolhido pelos alunos).
- ✓ **6**: taxa de sucesso expressa em percentagem/ aluno (N).
- ✓ **7**: média da taxa de sucesso da turma.
- ✓ **8**: desvio da taxa de sucesso do aluno em relação à média da turma.

Sempre que a moda coincide com o nível de desempenho correspondente à resposta certa, foi colocado um sombreado rosa.

Sempre que o desvio entre a taxa de sucesso do aluno com a média da turma é positivo, esse valor encontra-se com um sombreado verde-claro.

4.2.1. Apresentação e análise dos resultados do Pré-Teste, por turma

A análise das respostas dadas no Pré-Teste tem como objetivo identificar as concepções prévias que os alunos transportam para a sala de aula e verificar se as turmas são equivalentes.

Após a resolução do Pré-Teste nas respetivas aulas de Formação Cívica, a maioria dos alunos foi da opinião que tinham tido imensas dificuldades, uma vez que lhes era pedido para responderem a questões cujos assuntos nunca tinham abordados e/ ou já estavam esquecidos do 1.º e 2.º Ciclo do Ensino Básico.

Os dados recolhidos da análise das respostas, levaram à construção do **quadro 13** e do **gráfico 2**, que a seguir apresentamos.

Turma	Taxa de sucesso da turma (%)	% de alunos com Taxa de Sucesso positiva, em relação à média da respetiva turma	N.º de questões em que a moda coincide com a resposta cientificamente aceite
8.º A	18,6 %	48 %	2
8.º B	19,1 %	55 %	1
8.º C	17,1 %	48 %	2
8.º D	20,6 %	43 %	2
Média:	18,9 %		

Quadro 13 – Apresentação dos resultados do Pré-Teste

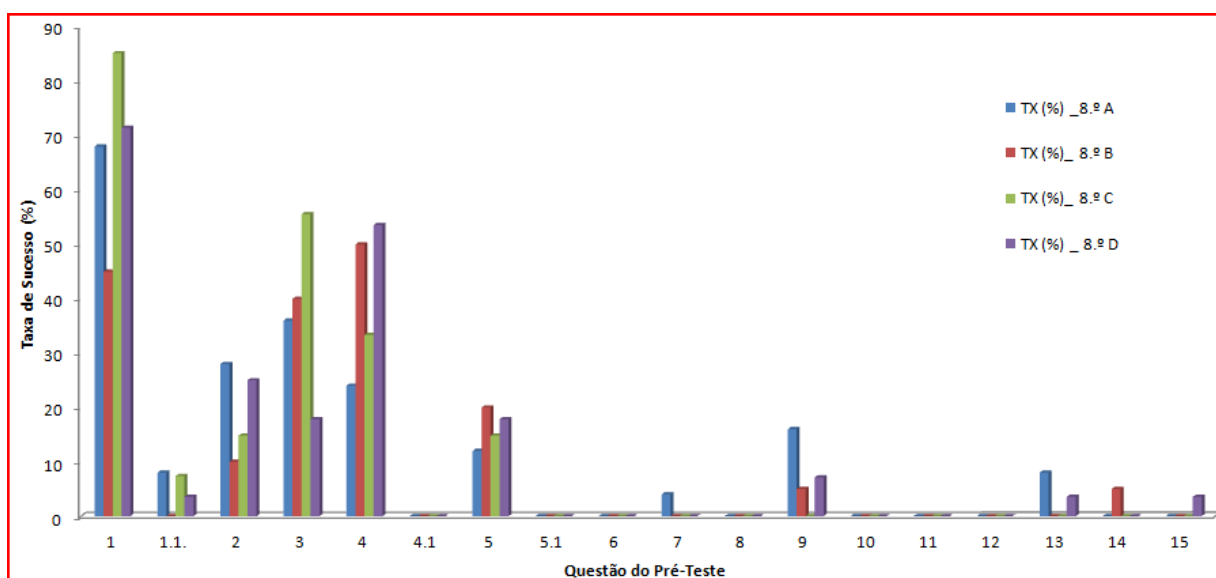


Gráfico 2 – Taxa de sucesso em função da questão do Pré-Teste

Da observação direta do quadro 13 infere-se que não há grandes discrepâncias entre os valores registados para cada uma das turmas (A, B, C e D).

Tal como já aconteceu na ficha diagnóstica, apresentada no início do ano letivo, a turma D continua a destacar-se positivamente quanto à taxa de sucesso. Porém, o facto desta turma apresentar a menor percentagem de alunos que apresentam um desvio positivo na taxa de sucesso, permite-nos concluir que estamos perante um grupo heterogéneo de alunos.

A turma C destaca-se por apresentar a menor taxa de sucesso e a B, por registar um menor número de questões cuja moda coincide com a cotação cientificamente aceite.

Da análise do gráfico 2, verificamos que a questão 1 é a que regista maior taxa de sucesso. Tal situação poderá estar intimamente ligada com o facto da ficha diagnóstica contemplar uma questão muito similar. As restantes questões de escolha múltipla (2, 3, 4 e 5) também apresentam taxas de sucesso superiores.

Por outro lado, depreende-se que nas questões de resposta aberta, existe um índice baixo na taxa de sucesso.

Os resultados obtidos tanto no quadro 13 como no gráfico 2, permitem-nos concluir que os alunos possuem, antes da leção da Acústica, uma ideia muito genérica e difusa acerca dos conceitos alusivos ao Som e à Audição.

4.2.2. Apresentação e análise dos resultados do Pós-Teste, por turma

A análise das respostas dadas no Pós-Teste tem como objetivo identificar e avaliar a mudança conceptual e a pertinência das estratégias de ensino e aprendizagem.

Todos os alunos das turmas de intervenção realizaram o Pós-Teste, à exceção dos catalogados por 2B, 11C, 18C, 20C, por se encontrarem em situação de abandono escolar. De realçar que estes quatro alunos foram retirados das grelhas onde a amostra se encontra distribuída por dois grupos de intervenção, de forma a poder fazer uma análise comparativa. A maioria dos alunos afirmou que após a leção do tema “Som e Audição”, a realização do Pós-Teste se tornou mais fácil e deram o seu melhor, para que algumas das respostas dadas espelhassem os momentos de reflexão e conclusões formuladas na sala de aula e nas sessões do Clube de CFQ.

Os dados recolhidos da análise das respostas, levaram à construção do **quadro 14** e do **gráfico 3**, que a seguir apresentamos.

Turma	Taxa de sucesso da turma (%)	% de alunos com Taxa de Sucesso positiva em relação à média da respetiva turma	N.º de questões em que a moda coincide com a resposta cientificamente aceite
8.º A	48,3 %	44 %	9
8.º B	37,5 %	47 %	5
8.º C	36,8 %	50 %	3
8.º D	37,3 %	61 %	5
Média:	40,0 %		

Quadro 14 – Apresentação dos resultados do Pós-Teste

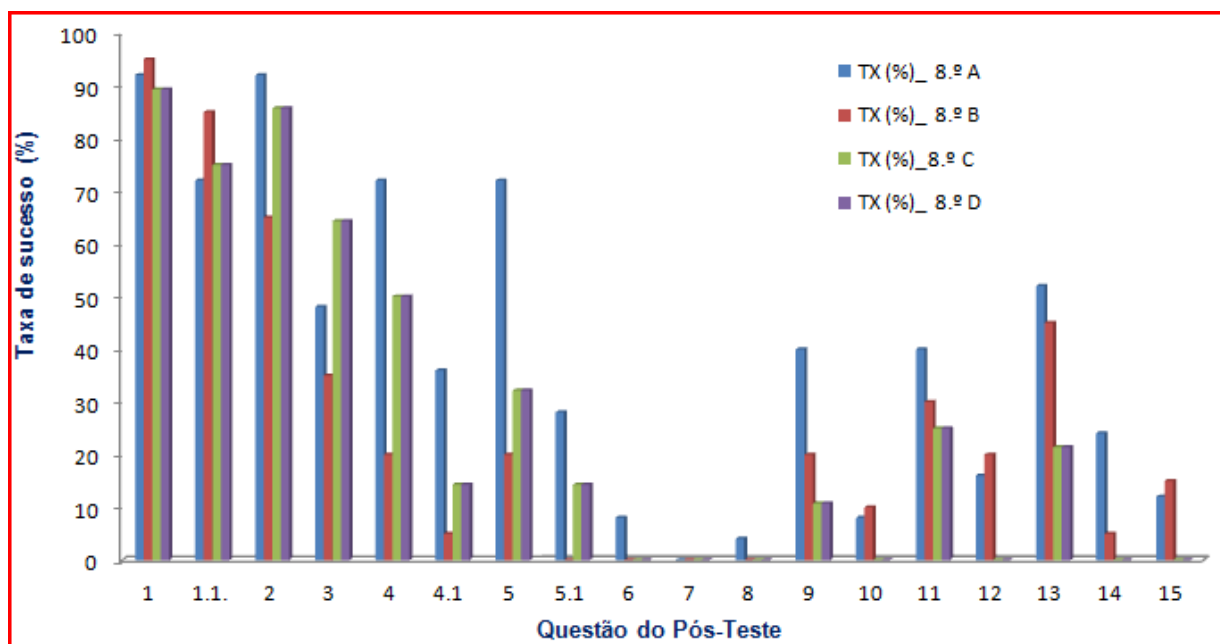


Gráfico 3 – Taxa de sucesso em função da questão do Pós-Teste

Da observação direta do quadro 14 infere-se que não há grandes discrepâncias entre os valores registados para as turmas B, C e D.

No que concerne à taxa de sucesso obtida nos Pós-Testes, a turma D, que tinha obtido melhor classificação no Pré-Teste, foi a que alcançou o pior resultado. Tal facto poderá estar relacionado com o facto de apenas 18% dos alunos terem frequentado as sessões do Clube de CFQ.

A turma A, que tinha obtido apenas a terceira classificação no Pré-Teste, merece agora a uma posição de destaque, uma vez que no Pós-Teste alcançou a melhor taxa de sucesso (acima da taxa média global das turmas) e é a que apresenta o maior número de questões em que a moda coincide com a resposta cientificamente aceite. Tal situação era já espectável, uma vez que se trata da turma que apresenta maior número de alunos (60 %) a

frequentar o Clube de CFQ.

Da análise do gráfico 3, verificamos que na realização dos Pós-Testes houve uma melhoria na taxa de sucesso das respostas de questões abertas, nomeadamente nas perguntas 1.1, 5, 9, 11 e 13.

De realçar também que os alunos do 8.º A apresentam valores superiores em 11 das questões.

Os resultados obtidos nos quadros 13 e 14, bem como nos gráficos 2 e 3, permitiram-nos inferir que comparando o desempenho dos alunos em ambos os testes, registou-se um desvio absoluto positivo na taxa de sucesso médio de 21 %.

Na realização do Pós-Teste os alunos das turmas apresentam melhorias nas respostas de questões aberta e em termos globais, a turma A revelou uma evolução superior.

4.3. Apresentação dos resultados, por grupo de intervenção

Após a correção dos testes, organizados por turma, os respetivos valores foram agrupados tendo como critérios os dois grupos de intervenção: Grupo de Controlo (GC) e Grupo de Experimental (GE).

As tabelas em Excel, alusivas aos valores obtidos nos Pré-Testes e Pós-testes dos 58 alunos do Grupo de Controlo e dos 38 alunos do Grupo Experimental encontram-se em anexo XI (p. 324).

Essas quatro tabelas apresentam uma estrutura muito semelhante à da figura 9 e apenas foi adicionada a taxa de sucesso por nível de desempenho, para cada uma das 18 questões de cada teste. Esta informação adicional irá permitir-nos avaliar os conhecimentos que os alunos possuem antes da lecionação do tema e avaliar a mudança conceptual.

Os dados recolhidos da análise das respostas, levaram à construção do **quadro 15**.

Grupo de Intervenção	Teste	Taxa de sucesso média (%)	N.º de questões em que a moda coincide com a resposta cientificamente aceite
GE	Pré-Teste	21,4 %	3
	Pós-Teste	48,1 %	9
GC	Pré-Teste	17,6 %	1
	Pós-Teste	34,8 %	5

Quadro 15 – Apresentação dos resultados dos testes nos dois grupos de intervenção

Da análise do quadro 15 verificamos que o grupo experimental partiu em vantagem, na medida em que alcançou valores superiores tanto na taxa média de sucesso do Pré-Testes, bem como no número de questões do Pré-Teste em que a moda coincide com a resposta cientificamente aceites.

No Pós-Teste ambos os grupos registaram melhorias significativas na taxa de sucesso, tendo o grupo experimental alcançado um valor superior desse mesmo parâmetro, bem como um maior desvio quando comparado com a respetiva classificação do Pré-Teste.

De destacar também o grupo experimental pelo facto de ter alcançado um maior incremento do número de respostas cuja média coincide com a resposta cientificamente aceite, o que vem comprovar mais uma vez que este grupo apresentou um melhor desempenho. Este facto confirma as hipóteses formuladas no início da nossa investigação.

O **gráfico 4** apresenta o número de alunos (em percentagem) em função do nível de taxa de sucesso obtido no teste do respetivo grupo de intervenção.

Considerou-se que N_i e N_f correspondem às notas (ou taxas de sucesso) em percentagem obtidas respetivamente no Pré e Pós-Teste.

Para a atribuição do nível de taxa de sucesso do teste, consideraram-se os seguintes intervalos de classificação:

- ✓ Nível 1: $0 \% \leq N \leq 10 \%$.
- ✓ Nível 2: $10 \% < N \leq 20 \%$.
- ✓ Nível 3: $20 \% < N \leq 30 \%$.
- ✓ Nível 4: $30 \% < N \leq 40 \%$.
- ✓ Nível 5: $40 \% < N \leq 50 \%$.
- ✓ Nível 6: $50 \% < N \leq 60 \%$.
- ✓ Nível 7: $60 \% < N \leq 70 \%$.
- ✓ Nível 8: $70 \% < N \leq 80 \%$.
- ✓ Nível 9: $80 \% < N \leq 90 \%$.
- ✓ Nível 10: $90 \% < N \leq 100 \%$.

Pretende-se com a análise do gráfico 4, avaliar o número de alunos que conseguiu alcançar cada um dos níveis de aprendizagem atrás referidos.

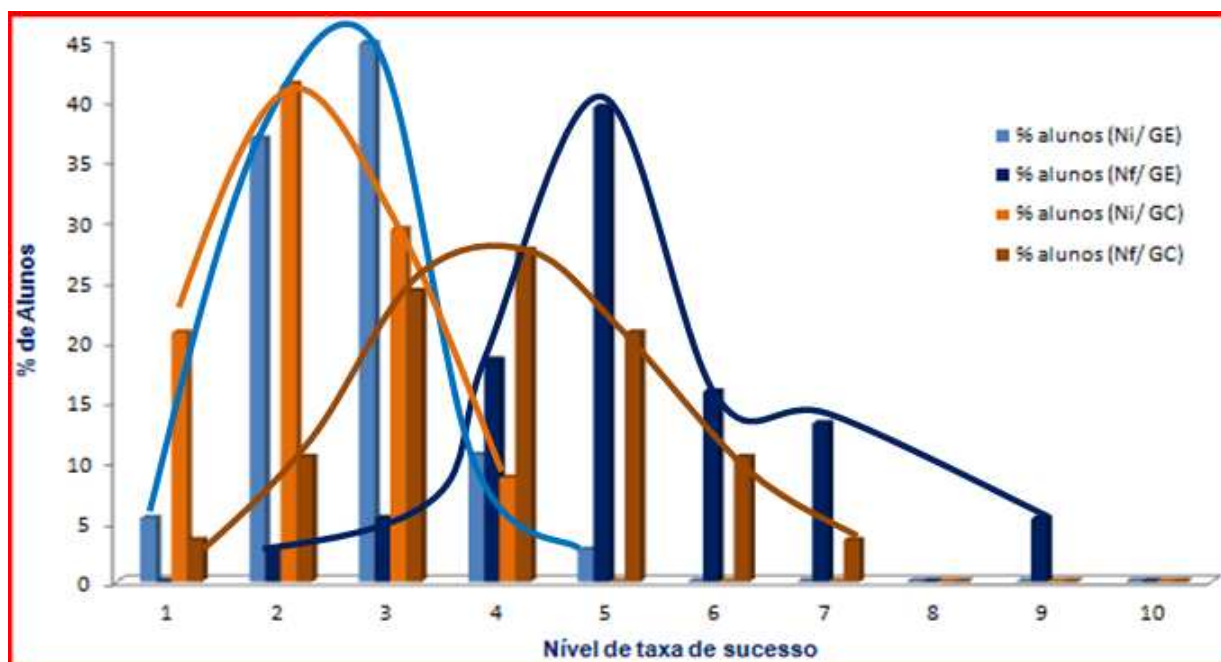


Gráfico 4 – Número de alunos (em percentagem) em função do nível de taxa de sucesso obtida nos testes, por grupo de intervenção

Da análise do gráfico 4 verificamos que a classificação obtida no Pré-Teste (N_i) varia do nível 1 até ao 5, sendo que para o Grupo Experimental contempla o intervalo de classificações desde o nível 1 até 5 e para o Grupo de Controlo apenas de 1 até 4.

Na avaliação dos Pós-Testes (N_f), obteve-se um intervalo de níveis de taxa de sucesso entre 1 e 9, sendo que no Grupo Experimental contempla o intervalo é de 2 até 9 e no Grupo de Controlo apenas de 1 até 7. Este resultado, bem como a distribuição por níveis do gráfico 4, dá-nos, desde logo, uma indicação de que o grupo experimental teve melhores resultados nos testes de avaliação de conhecimentos.

Nos Pré-Testes, os alunos distribuem-se de forma assimétrica pelos diferentes níveis de desempenho mais baixos. Nos Pós-Testes, distribuem-se mais simetricamente por níveis de desempenho superiores, assemelhando-se a uma distribuição normal.

De forma a apurar o número de alunos que alcançou uma melhor aprendizagem, procedeu-se à análise dos que obtiveram um nível de desempenho 7, 8, 9 e 10. De realçar que não tivemos alunos com nível de taxa de sucesso de 8 e 10. Os níveis 7 e 9 foram alcançados nas notas finais, sendo que para o nível 7 foi atingido por cinco alunos do Grupo Experimental e dois alunos do Grupo de Controlo. Para o nível 9, apenas dois alunos do Grupo Experimental conseguiram atingir esse nível.

Em suma, poderemos concluir que ambos os grupos de intervenção apresentaram no Pré-Teste um desempenho aproximadamente equivalente, uma vez que o Grupo Experimental

apenas possui um aluno com um nível de desempenho superior. Após a intervenção, o Grupo Experimental destacou-se pela positiva, uma vez que se conseguiu distanciar de dois níveis, do Grupo de Controlo, de forma a obter o nível de taxa de sucesso de 9 e a maioria dos alunos alcançou o nível 5. A maioria dos alunos do Grupo de Controlo, no Pós-Teste apenas alcançaram o nível 4.

Pretende-se, com a apresentação do **gráfico 5**, aprofundar a análise dos resultados obtidos numa perspetiva de mudança conceptual.

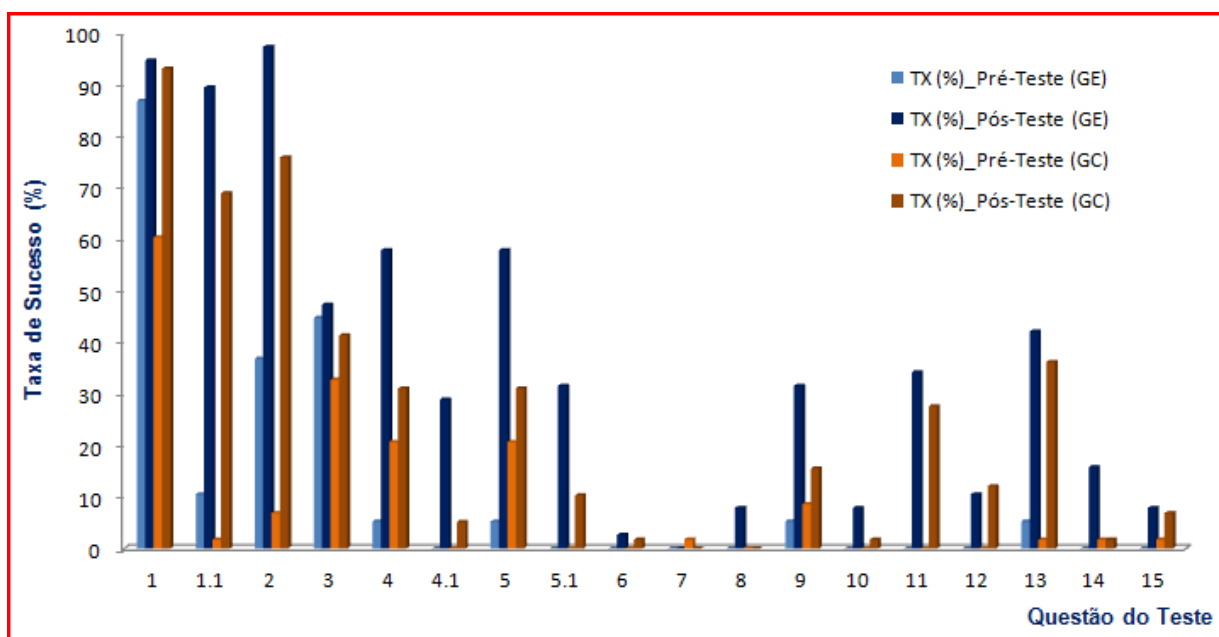


Gráfico 5 – Taxa de Sucesso por questão, nos testes dos grupos de intervenção

Da observação do gráfico 5 podem-se retirar as seguintes conclusões para cada um dos grupos de intervenção:

- ✓ Grupo Experimental (GE): a diferença entre a classificação obtida no Pós-Teste e no Pré-Teste foi sempre positiva, variando entre os valores de 0 % e 78,9 %. As questões que se destacam pelo facto de possuírem ganhos de aprendizagem superiores são, por ordem crescente de ganho, as seguintes: 14, 9, 5.1., 11, 13, 5, 4, 2 e 1.1.. As questões anteriores estão apresentadas tendo em conta a ordem crescente de ganhos de aprendizagem, sendo que para a questão 4 e 5 o valor (52,6 %) é coincidente.
- ✓ Grupo de Controlo (GC): a diferença entre a classificação do Pós-Teste e do Pré-Teste foi sempre positiva, exceção registada apenas na questão 7. Os respetivos valores variam entre 1,7 % e 67,2 %. As questões que se destacam pelo facto de

possuírem ganhos de aprendizagem superiores são as seguintes: 11, 1, 13, 1.1. e 2. As questões anteriores estão apresentadas tendo em conta a ordem crescente de ganhos de aprendizagem.

No que concerne ao desvio negativo, referente à questão 7 verificamos que o aluno 16A no primeiro teste foi o único do seu grupo a dar uma resposta cientificamente correta (1 ponto de cotação) e no teste final apenas possuiu a cotação intermédia de 0,5 pontos, uma vez que se esqueceu de identificar o meio de propagação do som.

Como foi mencionado anteriormente, a taxa de sucesso apenas traduz a percentagem de alunos com cotação de um ponto e desta forma, são ignoradas cotações intermédias de 0,75 %, 0,5 % e 0,25 %.

De seguida irá apresentar-se uma análise detalhada do desempenho dos grupos de alunos para cada questão, complementando essa fundamentação com um gráfico da percentagem de alunos (taxa de sucesso) em função do nível de desempenho.

🚩 Questão 1 – O som não se propaga no espaço:

Nesta questão foram descritos acontecimentos observados no filme “*Star Wars*” e os alunos apenas teriam de selecionar a opção 2, de forma a indicarem que o som não se propaga no espaço.

Os dados recolhidos nas respostas a esta pergunta levaram à construção do **gráfico 6**.

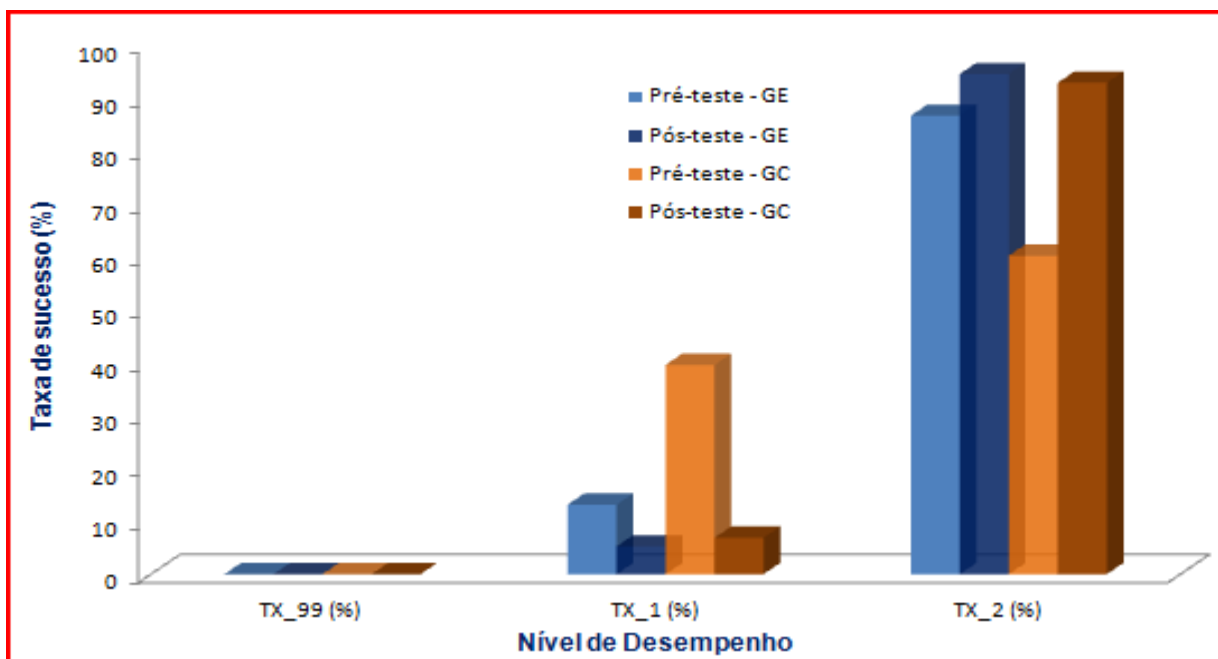


Gráfico 6 – Taxa de Sucesso em função do nível de desempenho (questão 1)

Da análise do gráfico 6, verifica-se um progresso significativo na escolha do nível de desempenho 2, em ambos os grupos de intervenção. Porém no grupo de Controlo essa evolução é mais evidente.

Na realização dos Pós-Testes uma percentagem pouco significativa de alunos, de ambos os grupos, ainda optaram pelo nível de desempenho 1.

✚ Questão 1.1. – O som não se propaga no espaço:

Nesta questão os alunos eram convidados a justificar cientificamente a opção selecionada anteriormente.

Os dados recolhidos nas respostas a esta pergunta levaram à construção do **gráfico 7**.

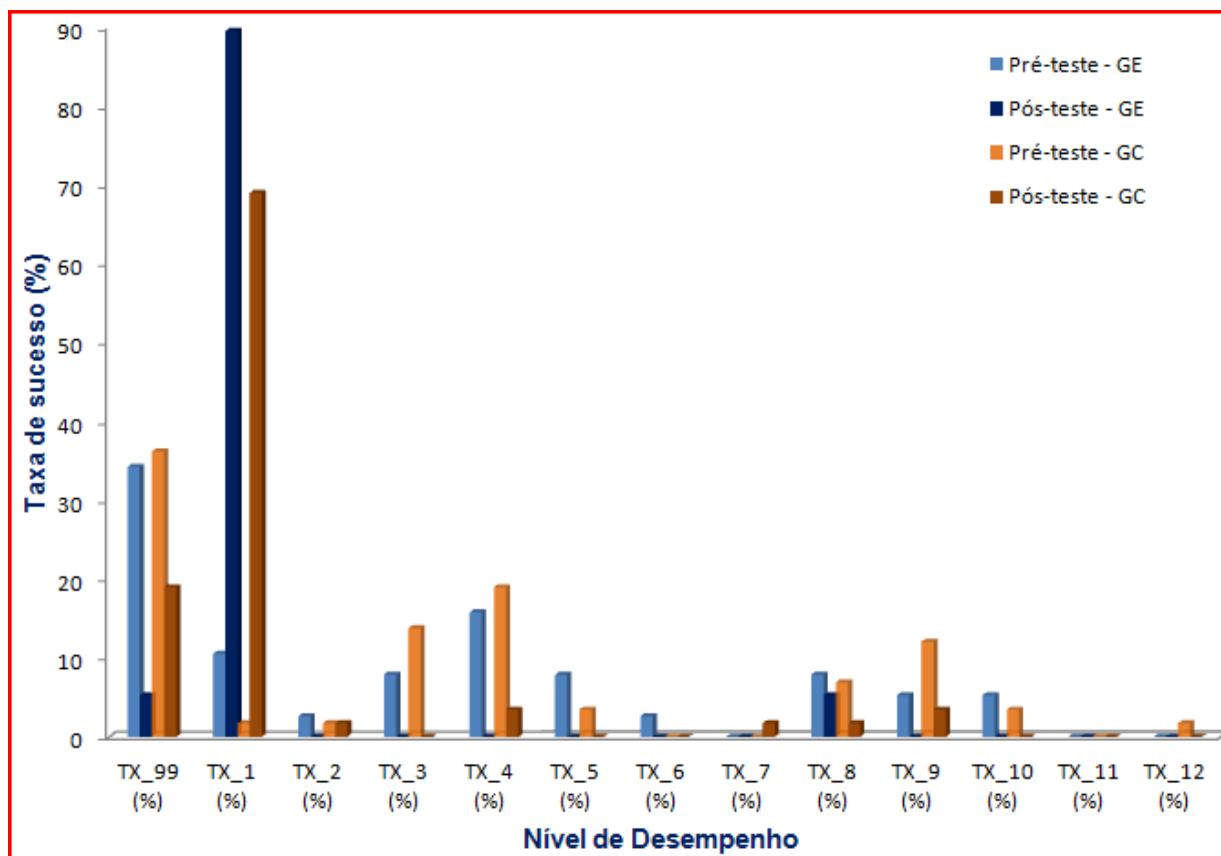


Gráfico 7 – Taxa de Sucesso em função do nível de desempenho (questão 1.1.)

Da análise do gráfico 7, constatamos que na realização do Pós-Teste a maioria dos alunos de ambos os grupos deu uma resposta cientificamente correta (nível de desempenho 1). O evidente sucesso do Grupo Experimental no Pós-Teste, está diretamente relacionado com a realização no Clube de CFQ da REVE 2- Propagação do som com pressão do ar variável.

Nas respostas ao Pré-Testes, a maioria dos alunos de ambos os grupos referiu que a situação descrita no enunciado evidência um fenómeno irreal (nível de desempenho 4), não atribuindo qualquer tipo de justificação para o sucedido.

🚩 Questão 2 – Velocidade de propagação do som:

Na questão 2 solicitava-se ao aluno que seleccionasse a opção que traduz o meio onde o som se propaga com maior facilidade. O nível de desempenho correspondente à questão cientificamente correta é o número 3.

Os dados recolhidos nas respostas a esta pergunta levaram à construção do **gráfico 8**.

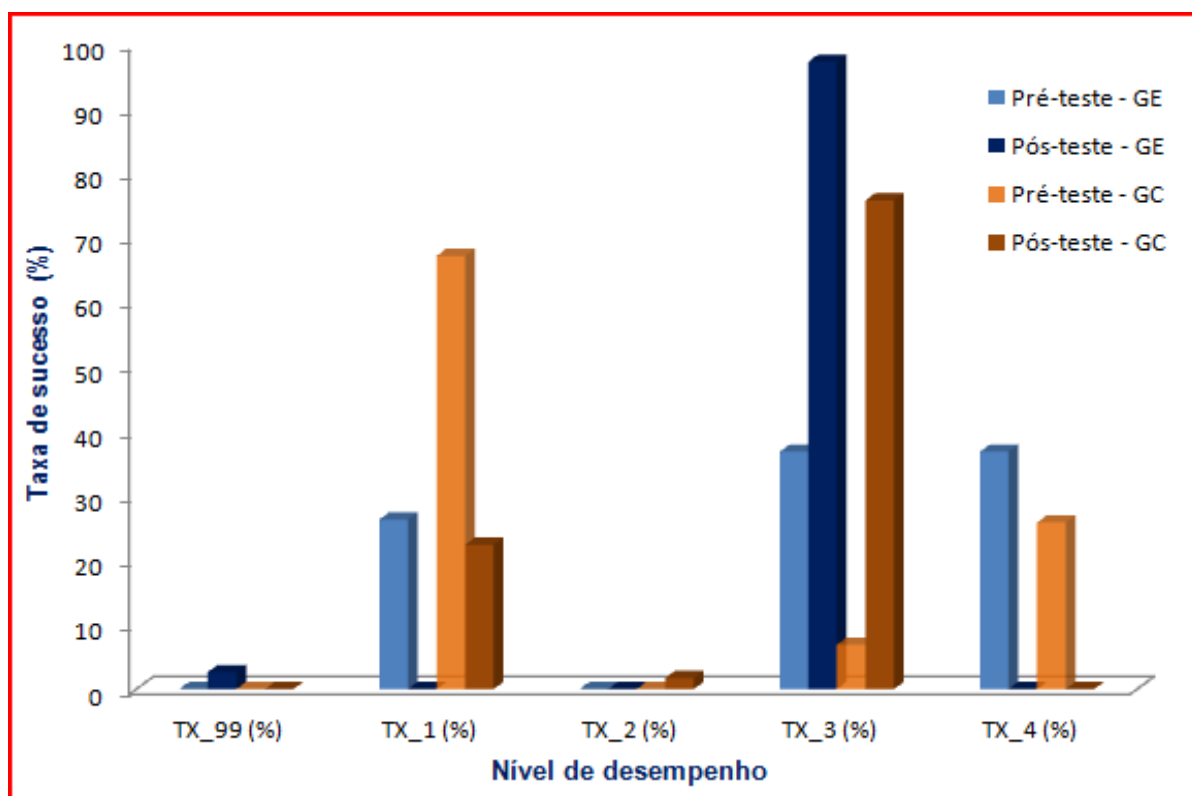


Gráfico 8 – Taxa de Sucesso em função do nível de desempenho (questão 2)

Da análise do gráfico 8 verificamos que no final da intervenção, a maioria dos alunos pertencentes a ambos os grupos de intervenção era da opinião que o som se propaga mais facilmente nos sólidos.

Antes da lecionação do tema Som e Audição, a maioria dos alunos do Grupo Experimental já possuía este conhecimento e a globalidade dos alunos do Grupo de Controlo era da opinião que o som se propaga melhor no ar. Entendemos que esta última opção se prende com o facto de no nosso dia a dia utilizarmos frequentemente o ar como meio de propagação do som, o que levou os alunos a expressar esta conceção prévia.

🚩 Questão 3 – Propagação do som:

Na questão 3 era pedido aos alunos para escolherem a opção que traduz cientificamente o mecanismo de propagação do som. A opção correta corresponde ao nível de desempenho 4. Os dados recolhidos nas respostas a esta pergunta levaram à construção do **gráfico 9**.

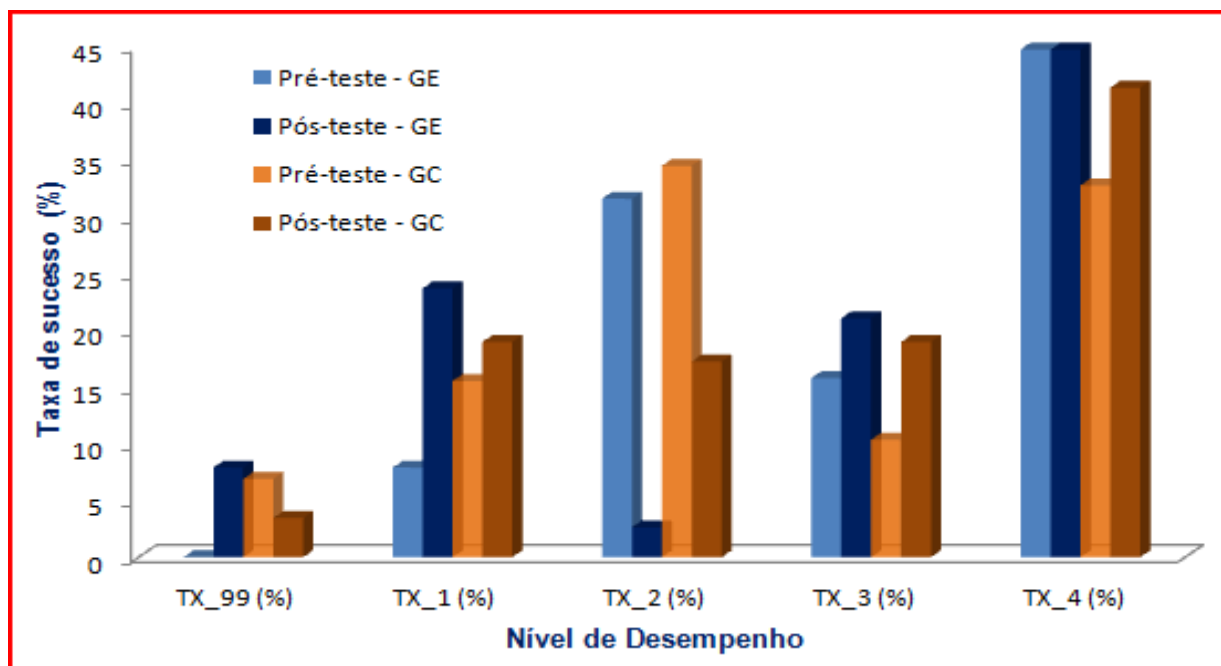


Gráfico 9 – Taxa de Sucesso em função do nível de desempenho (questão 3)

Da análise do gráfico 9 verificamos que no Pós-Testes e para ambos os grupos de intervenção, o nível de desempenho escolhido pela maioria dos alunos, corresponde ao cientificamente correto (nível 4).

Na realização do Pré-Teste, a maioria dos alunos pertencentes ao GC, optou pela afirmação: “Embora o som se propague nos sólidos ou na água, o seu meio privilegiado de propagação é o ar e só se propaga na água, porque existe ar entre as suas partículas”, estando em concordância com o que este grupo de alunos tinha respondido na questão anterior.

✚ Questão 4 – Eco:

Na questão 4 os alunos deveriam indicar que a frase: “Não se consegue ouvir o eco dentro da sala, porque o som bate na parede muito depressa e o som ouve-se ao mesmo tempo”, não é cientificamente correta. Para tal, deveriam selecionar o nível de desempenho 2.

Os dados recolhidos nas respostas a esta pergunta levaram à construção do **gráfico 10**.

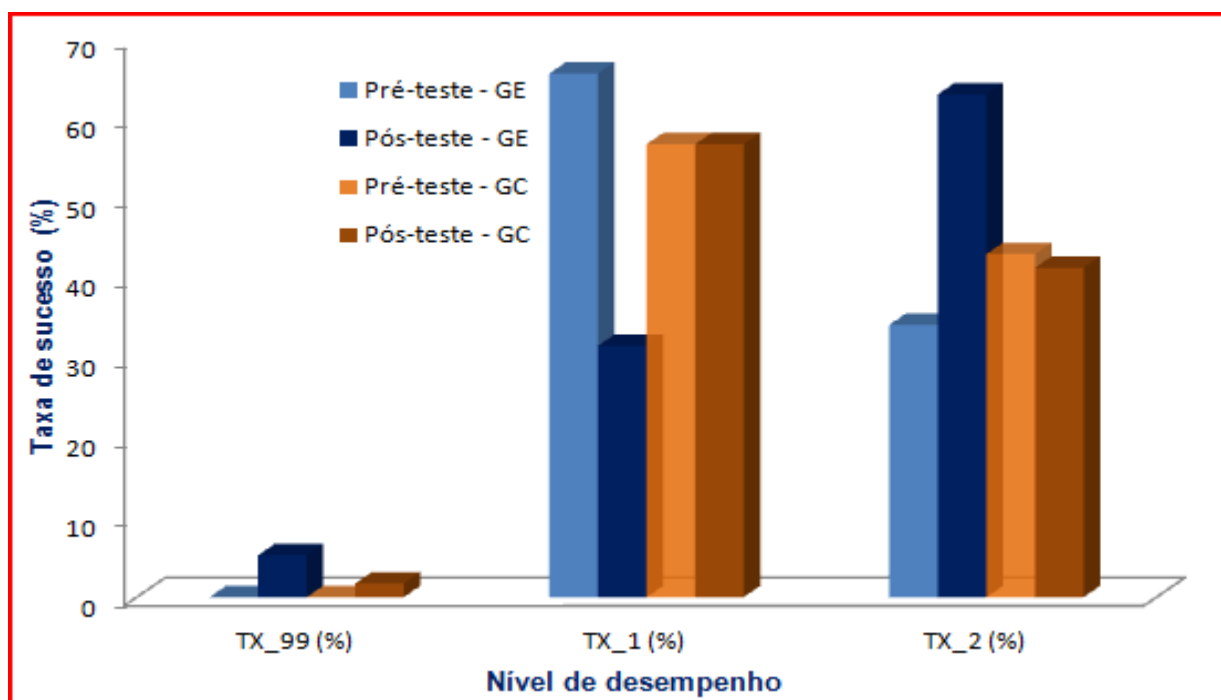


Gráfico 10 – Taxa de Sucesso em função do nível de desempenho (questão 4)

Da análise do gráfico 10, verificamos que ao contrário do ocorrido no Grupo de Controlo, no Grupo Experimental houve uma significativa evolução. De salientar também o aumento do número de alunos do GE que não respondeu no Pós-Teste, ou seja, para estes alunos, houve uma mudança conceptual suficiente para colocarem em causa as suas ideias sobre o assunto, mas não suficiente para formularem um novo modelo conceptual sobre o assunto.

🚩 Questão 4.1 – Eco:

Na questão 4.1. os alunos eram convidados a apresentar uma justificação da opção selecionada anteriormente.

Os dados recolhidos nas respostas a esta pergunta levaram à construção do **gráfico 11**.

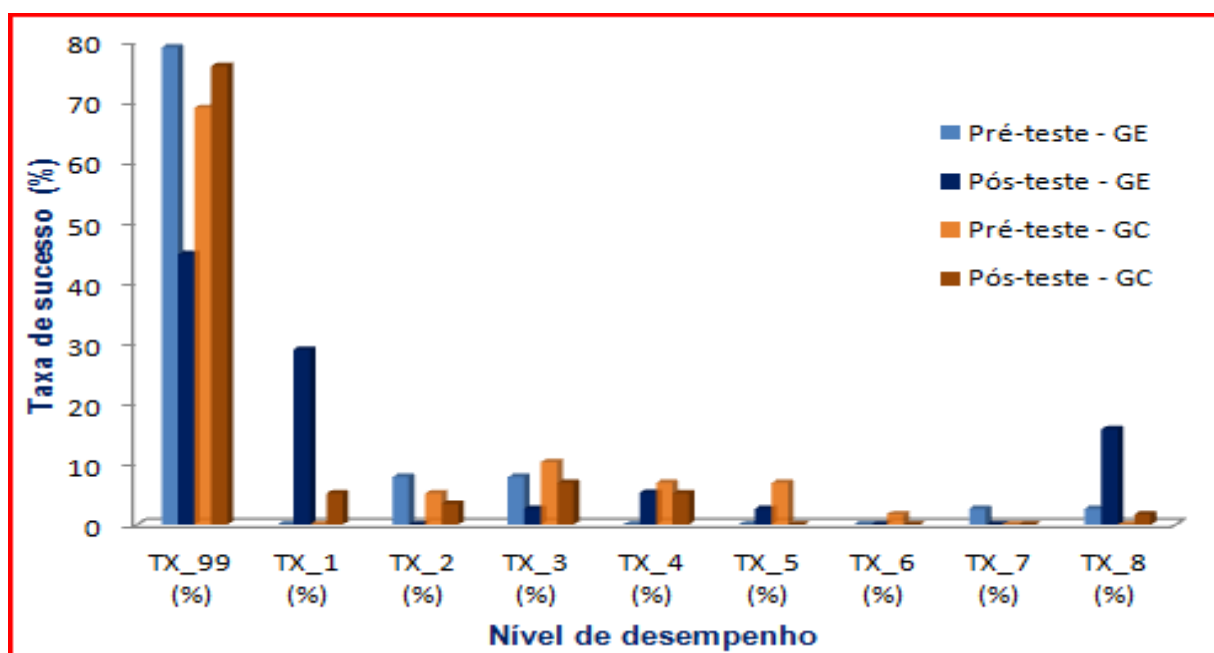


Gráfico 11 – Taxa de Sucesso em função do nível de desempenho (questão 4.1.)

Da análise do gráfico 11 verificamos que no Pós-Teste, a maioria dos alunos do GE expressou a resposta cientificamente aceite (nível de desempenho 1) e os do GC indicaram que a existência de móveis na sala impede que o eco se ouça, uma vez que estes absorvem na totalidade o som (nível de desempenho 3).

No Pré-Teste a maioria dos alunos de ambos os grupos manifestou concordar com o indicado no nível de desempenho 3 e algum elementos do GE também eram da opinião que a percepção do eco está relacionada com a velocidade de propagação do som (nível de desempenho 2).

Após a nossa intervenção é de realçar a resistência à mudança conceptual de uma elevada percentagem de alunos pertencentes ao GC, que continuam a afirmar que na sala não há eco, porque está cheia de móveis que absorvem na totalidade o som. Em oposição, na maioria dos alunos do GE verificou-se um progresso muito significativo, o que nos leva a acreditar que a dinamização da APL 12 – O Eco, terá interferido na mudança conceptual.

🚩 Questão 5 – Altura do som:

Na questão 5 os alunos deviam selecionar o nível de desempenho 2, de forma a expressarem que a frase: “Pedir o som mais alto é querer obter o mesmo som num volume superior, ou seja, aumentar a intensidade do som”, não é cientificamente correta.

Os dados recolhidos nas respostas a esta pergunta levaram à construção do **gráfico 12**.

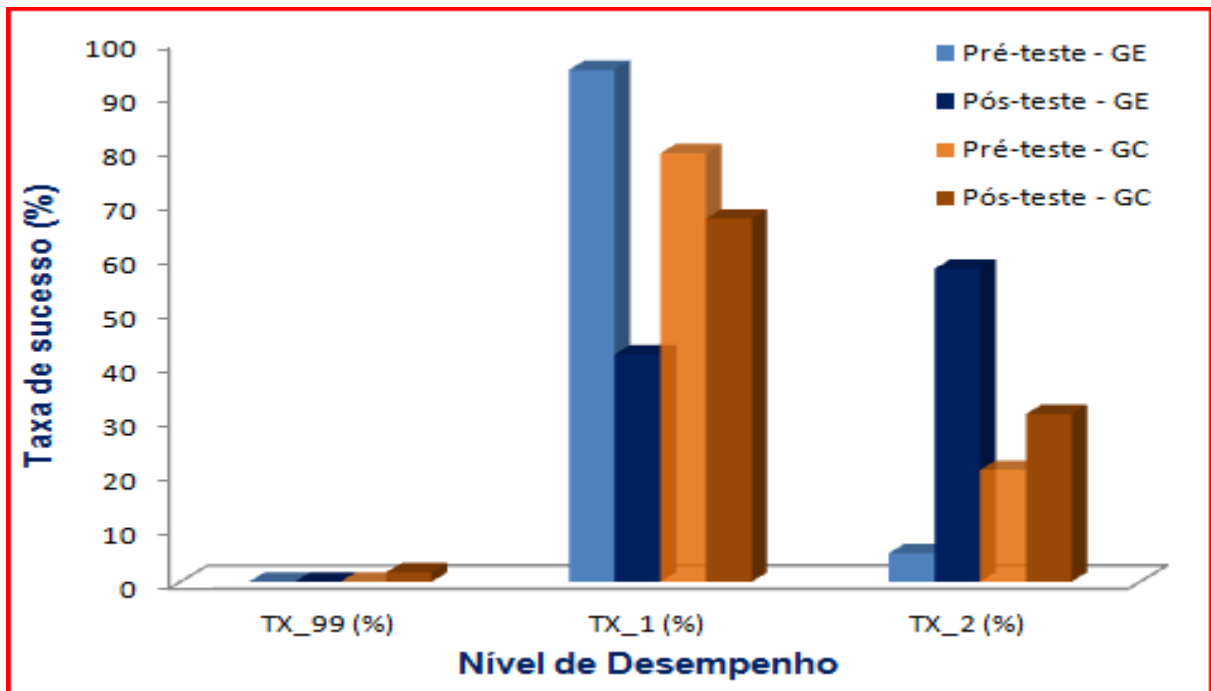


Gráfico 12 – Taxa de Sucesso em função do nível de desempenho (questão 5)

Da análise do gráfico 12, verificamos que ocorreu uma mudança conceptual em ambos os grupos após a intervenção, uma vez que no início a maioria dos alunos era da opinião que a altura do som estava relacionada com a intensidade. Todavia, essa mudança conceptual é significativamente maior no GE.

🚩 Questão 5.1. – A Altura do som:

Na questão 5.1. os alunos tinham por missão dar uma justificação da escolha realizada anteriormente. O nível de desempenho 1 corresponde à resposta cientificamente aceite. Os dados recolhidos nas respostas a esta pergunta levaram à construção do **gráfico 13**.

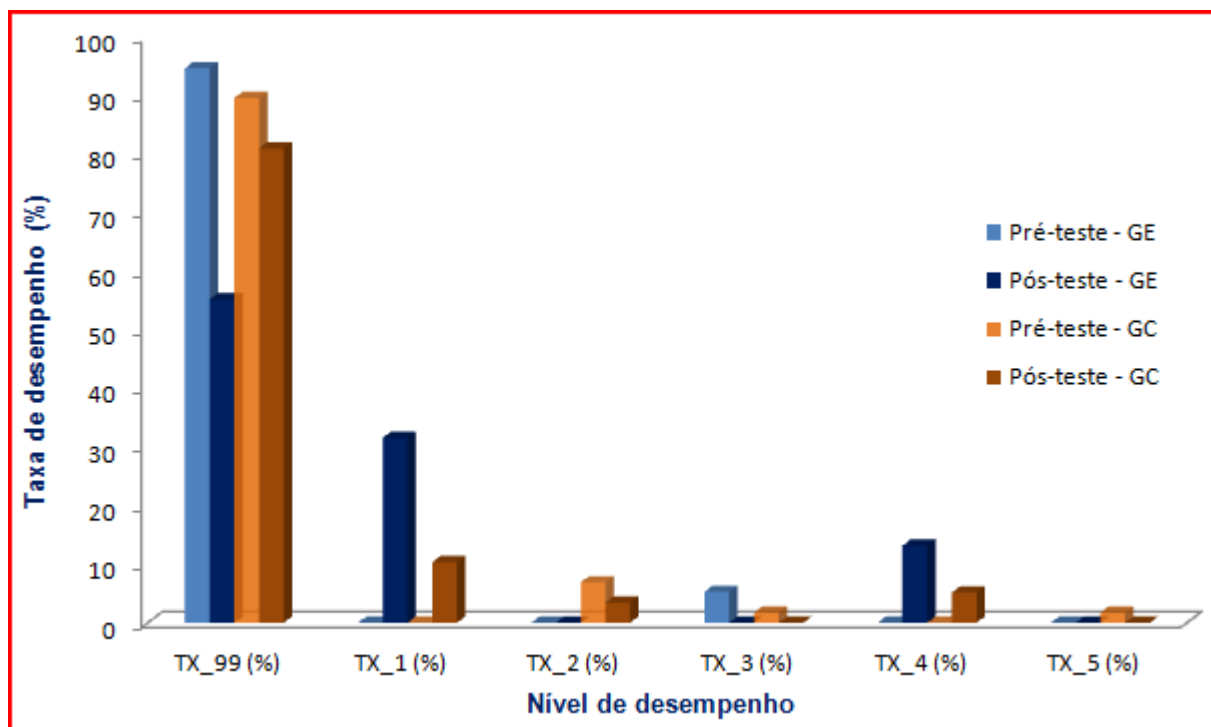


Gráfico 13 – Taxa de Sucesso em função do nível de desempenho (questão 5.1.)

Da análise do gráfico 13, verificamos que a maioria dos alunos que responderam de ambos os grupos, indicou como resposta aquela correspondente ao nível de desempenho 1, com particular destaque, mais uma vez, para o GE. A significativa evolução no Grupo Experimental, deveu-se à realização nas sessões do Clube de Ciências Físico-Químicas da atividade APL5 – “Como varia a altura do som?”.

Nos Pós-Testes do GC, uma fração significativa de alunos continuou a mostrar que o conceito prévio de associar a altura do som com a sua intensidade está muito interiorizado, em virtude de na linguagem do dia a dia fazermos uma íntima relação entre esses dois conceitos.

❖ Questão 6 – Propagação do som no ar:

Na questão 6 lança-se uma questão motivadora, no sentido de desafiar os alunos a procurarem uma justificação científica para o mecanismo de propagação do som entre duas pessoas que comunicam entre si.

O nível de desempenho 1 corresponde á resposta cientificamente aceite e aos níveis 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8 foi-lhes atribuída a cotação de 0,5 pontos, correspondendo a respostas incompletas.

Os dados recolhidos nas respostas a esta pergunta levaram à construção do **gráfico 14**.

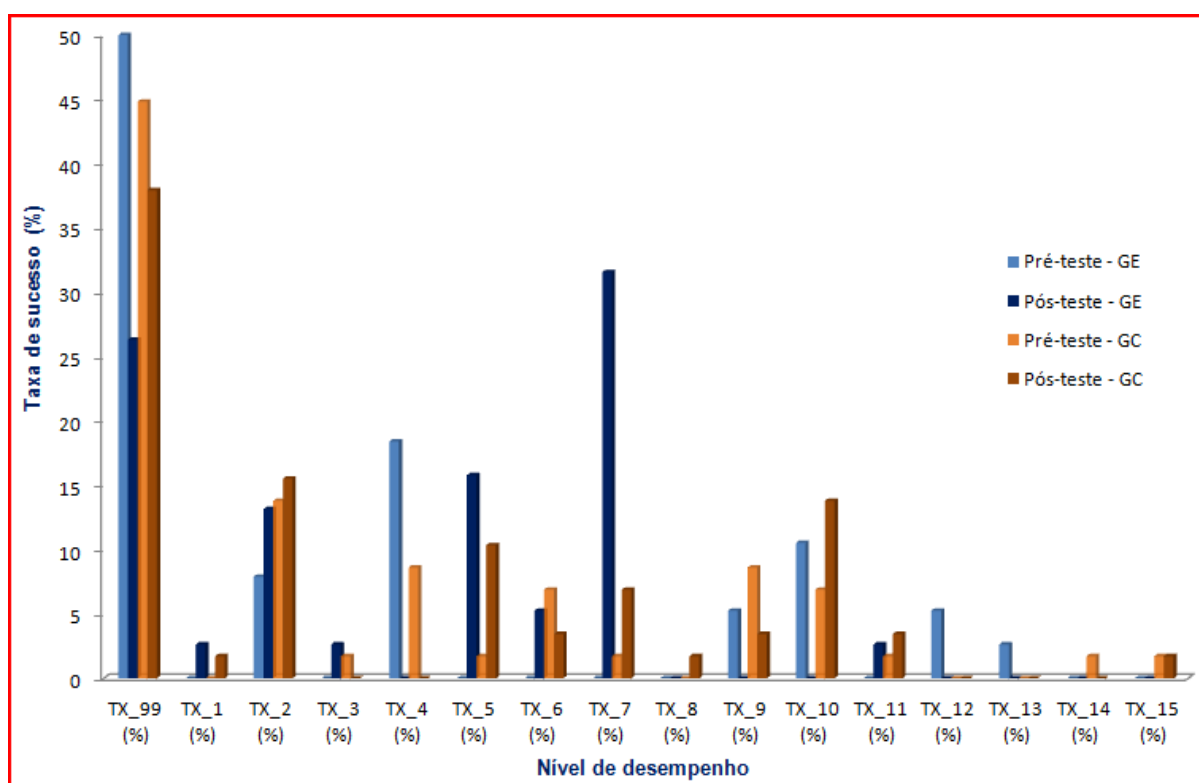


Gráfico 14 – Taxa de Sucesso em função do nível de desempenho (questão 6)

Da análise do gráfico 14 verificamos que a maioria dos alunos do Grupo de Controlo não manifesta praticamente uma mudança conceptual, persistindo apenas a justificação de que quando comunicamos verbalmente com alguém, o som se propaga no ar (meio material).

No Grupo Experimental há uma ligeira mudança conceptual, uma vez que no Pré-Teste, a maioria dos alunos refere que o som se propaga através de uma onda e no Pós-Teste associam a propagação do som à vibração dos corpúsculos e sucessiva transferência de energia, até o som chegar ao recetor.

A significativa evolução no Grupo Experimental, deveu-se à realização nas sessões do Clube de Ciências Físico-Químicas das seguintes atividades: APL 1 – Os sons como o resultado das vibrações e APL 10- “Por onde viaja o som?”.

Questão 7 – Propagação do som nos sólidos:

Na questão 7 pretende-se que os alunos expliquem o princípio de funcionamento do telefone de copos. Ao nível de desempenho 1 foi-lhe atribuído a cotação de um ponto e os níveis 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8 receberam a cotação de 0,5 pontos.

Os dados recolhidos nas respostas a esta pergunta levaram à construção do **gráfico 15**.

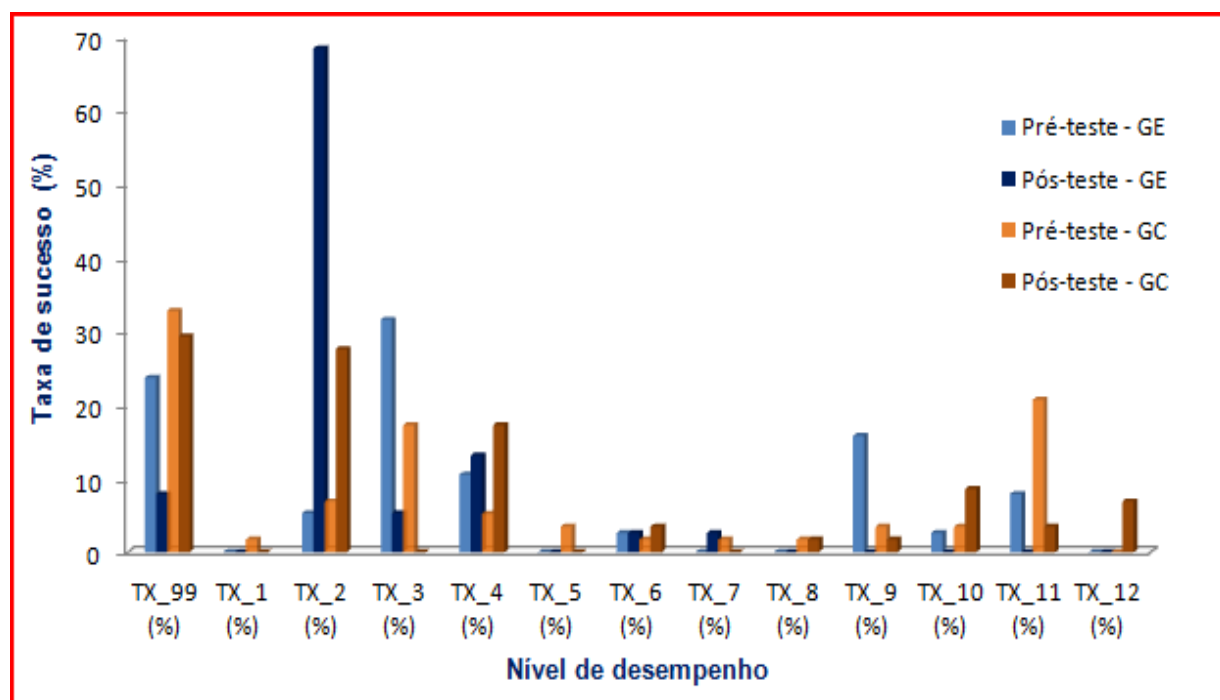


Gráfico 15 – Taxa de Sucesso em função do nível de desempenho (questão 7)

Da análise do gráfico 15 verificamos que a maioria dos alunos do Grupo de Controlo manifesta no Pré-Teste que o telefone de copos serve para comunicar e após a intervenção referem a existência de uma fonte, meio de propagação e recetor sonoro.

A maioria dos alunos do Grupo Experimental refere no Pré-Teste que a comunicação se estabelece através do fio e no pós-Teste já identificam a fonte/ meio de propagação/ recetor. A significativa evolução no Grupo Experimental deveu-se à realização nas sessões do Clube de Ciências Físico-Químicas da atividade: APL7 – O meu telefone de copos.

Questão 8 – O timbre:

Na questão 8 faz-se referência a dois instrumentos musicais do conhecimento dos alunos (guitarra e bombo), para mais facilmente identificarem qual o atributo do som que permite distingui-los, quando se toca a mesma nota musical e com a mesma intensidade. É também pedida uma justificação da resposta dada.

Ao nível de desempenho um foi-lhe atribuída a cotação de 1 ponto e aos níveis de desempenho 2, 3, 4, 5 e 6 foi-lhe atribuída a cotação de 0,5 pontos.

Os dados recolhidos nas respostas a esta pergunta levaram à construção do **gráfico 16**.

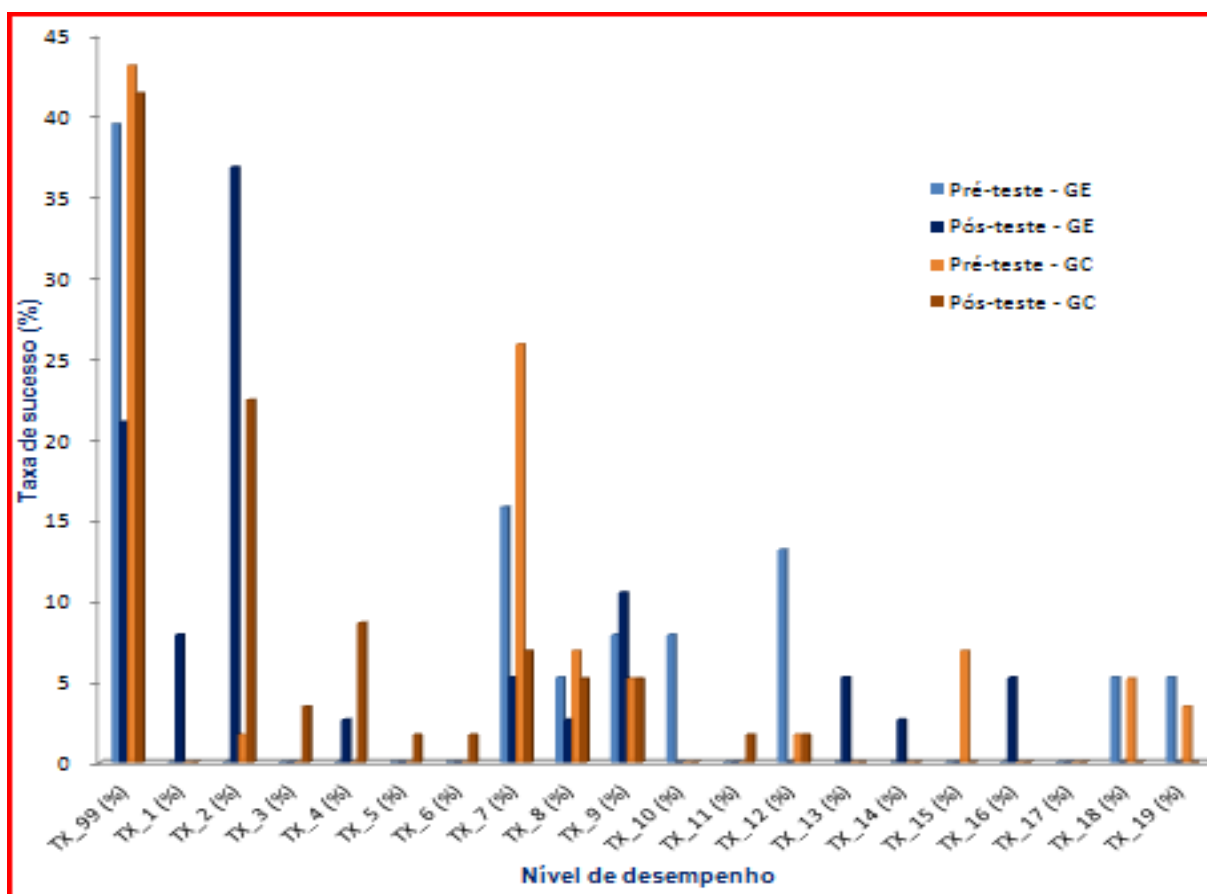


Gráfico 16 – Taxa de Sucesso em função do nível de desempenho (questão 8)

Da análise do gráfico 16 podemos inferir que a maioria dos alunos de ambos os grupos no Pré-Teste não fazem referência ao timbre, justificando as diferenças do som através dos materiais de que são feitos os dois instrumentos musicais e na classificação (cordas/ percussão) dos mesmos.

No Pós-Testes, a maioria de ambos os grupos já reconhece que é o timbre o atributo do som que permite distingui-los, porém os alunos não conseguiram dar uma justificação cientificamente válida.

🚩 Questão 9 – Nós e os Sons:

Na questão 9 é apresentado um texto que, entre outras informações, indica que a exposição prolongada a sons com um nível sonoro superior a 90 dB poderá causar danos irreparáveis no ouvido humano. Após a análise de uma tabela, os alunos apenas devem identificar as três fontes sonoras que podem prejudicar o ouvido humano e apresentar uma fundamentação para as opções dadas.

Ao nível de desempenho um foi-lhe atribuída a cotação de 1 ponto. Aos níveis de desempenho: 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 foi-lhe atribuída a cotação de 0,75 pontos. Aos níveis de desempenho 10, 11, 12 foi-lhe atribuída a cotação de 0,5 pontos. Aos níveis de desempenho 13,14, 15, 16, 17, 18 e 19 foi-lhe atribuída a cotação de 0,25 pontos.

Os dados recolhidos nas respostas a esta pergunta levaram à construção do **gráfico 17**.

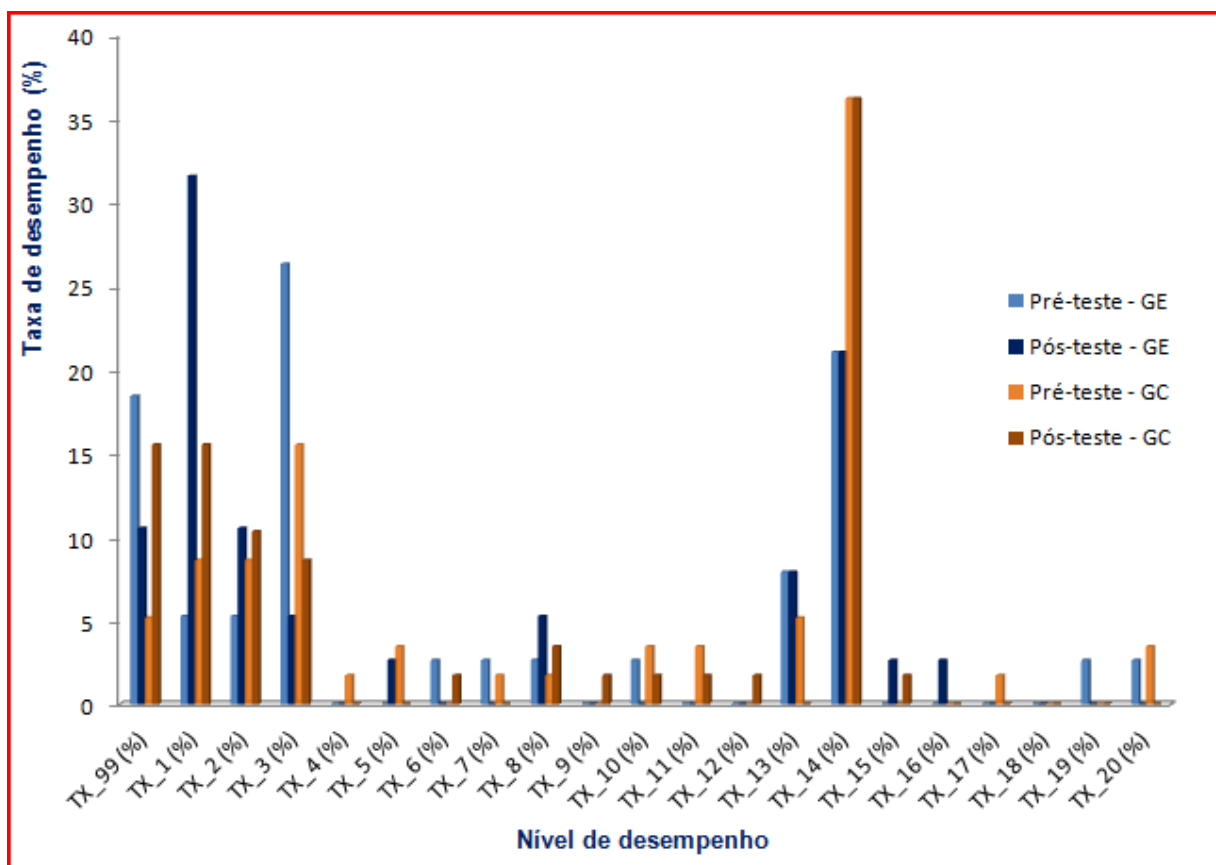


Gráfico 17 – Taxa de Sucesso em função do nível de desempenho (questão 9)

Da análise do gráfico 17 podemos inferir que a maioria dos alunos do Grupo de Controlo em ambos os testes, expressou uma resposta equivalente ao nível de desempenho 14, tendo indicado como fonte sonora a descolagem de um jato. Explicam a seleção atribuída ao facto desta fonte sonora ter maior densidade sonora/ corresponder ao limiar superior de audição/ emite um ruído muito forte/ corresponde a um nível sonoro que podemos ficar surdos,...

A maioria dos alunos do Grupo Experimental identifica em ambos os testes as três fontes sonoras, porém no Pré-Teste a maioria dos alunos dá uma resposta equivalente ao nível de

desempenho 3, onde é evidente a confusão entre nível sonoro/ densidade sonora e unidade (dB)/ grandeza física (nível de intensidade sonora). No Pós-Testes a maioria deste grupo dá a resposta cientificamente aceite (nível de desempenho 1).

A mudança conceptual significativa observada no Grupo Experimental deveu-se à realização nas sessões do Clube de Ciências Físico-Químicas das atividades: APL17 – A Física, o som e a qualidade de vida e a APL18 – Avalia a tua audição.

Questão 10 – Ressonância:

Na questão 10 apresentava-se uma imagem, sem qualquer informação explicativa e alunos teriam de a comentar cientificamente e dar uma justificação.

Ao nível de desempenho um foi atribuída a cotação de 1 ponto e aos níveis 2 e 3 a cotação de 0,5 pontos.

Os dados recolhidos nas respostas a esta pergunta levaram à construção do **gráfico 18**.

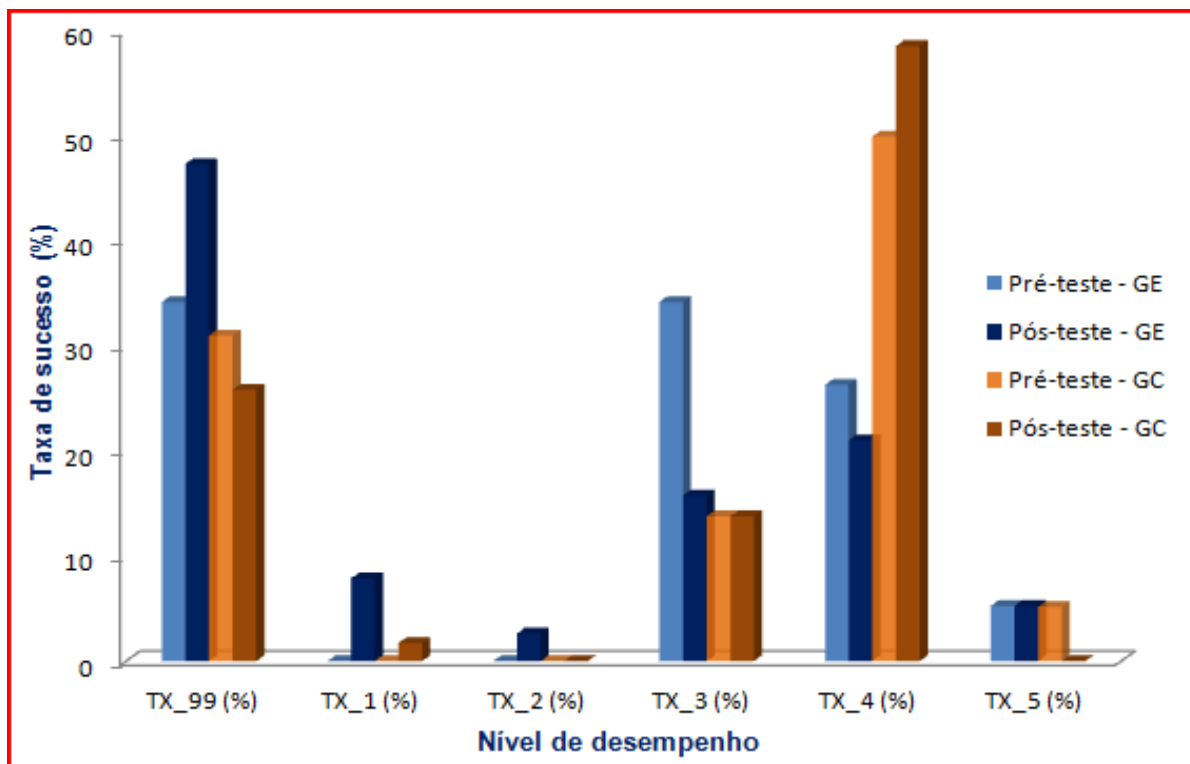


Gráfico 18 – Taxa de Sucesso em função do nível de desempenho (questão 10)

Da análise do gráfico 18, verificamos que a maioria dos alunos do Grupo de Controlo responde que a imagem não traduz uma situação cientificamente correta e atribuem uma explicação incorreta.

A maioria dos alunos do Grupo Experimental, revelam no Pré-Teste que a situação é cientificamente correta, mas atribuem uma justificação inválida. Já no Pós-Testes, a maioria dos alunos dá a mesma resposta que o Grupo de Controlo. Todavia, observa-se que uma percentagem relativamente significativa do GE responde acertadamente.

A situação anteriormente exposta prende-se com o facto, devido a limitações da gestão de tempo, de não ter sido possível explorar com profundidade o conceito de ressonância nas sessões do Clube de Ciências Físico-Químicas, o que levou a que o sucesso do desempenho destes alunos fosse moderado, mas não o desejado.

🚩 Questão 11 – Espetro sonoro:

Na questão 11 era solicitado aos alunos para explicarem cientificamente a seguinte situação problema: “Muitos treinadores de cães utilizam um apito para chamar os animais. Porém, esse apito é algo esquisito, pois nós temos dificuldade em ouvir o som que ele produz.”.

O nível de desempenho um foi avaliado de 1 ponto e os níveis 2 e 3 de 0,5 pontos.

Os dados recolhidos nas respostas a esta pergunta levaram à construção do **gráfico 19**.

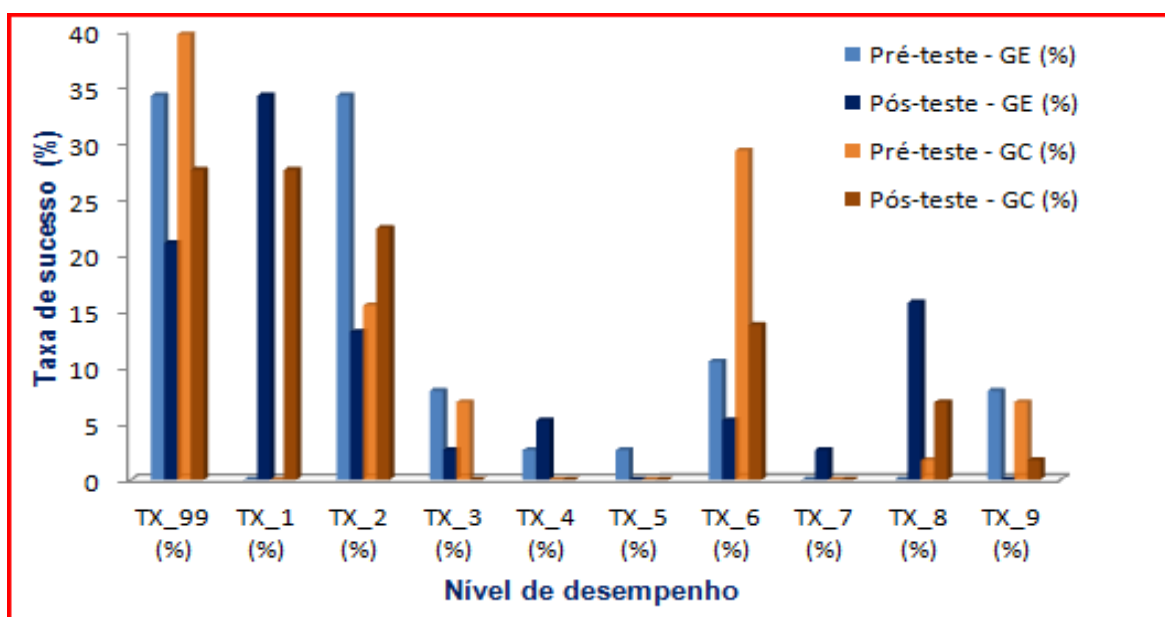


Gráfico 19 – Taxa de Sucesso em função do nível de desempenho (questão 11)

Da análise do gráfico 19, podemos inferir que a maioria dos alunos do Grupo de Controlo revelava no Pré-Teste que o facto de termos dificuldade em perceber o som do apito para cães, se relaciona com a intensidade do som emitido. No Pós-Teste a maioria destes alunos expressam a resposta cientificamente aceite.

A maioria dos alunos do Grupo Experimental expressa no Pré-Teste que a audição canina é mais apurada que a nossa, mas no Pós-Teste dão a resposta cientificamente aceite.

Concluimos que ambos os grupos revelaram um desempenho bastante satisfatório. Nesta questão os alunos mostraram que o facto de terem experimentado um apito para cães e analisado cuidadosamente o espectro sonoro em contexto de sala de aula, foram fatores determinantes para a mudança conceptual neste conteúdo.

🚩 Questão 12 – Ecolocalização:

No decurso do ano Internacional do Morcego (2011/ 2012) pareceu-nos que faria todo o sentido lançar uma questão em que o aluno tivesse de explicar o fenómeno físico associado ao sistema de localização deste mamífero.

Ao nível de desempenho um foi-lhe atribuída a cotação de 1 ponto e aos níveis 2, 3 e 4 a cotação de 0,5 pontos.

Os dados recolhidos nas respostas a esta pergunta levaram à construção do **gráfico 20**.

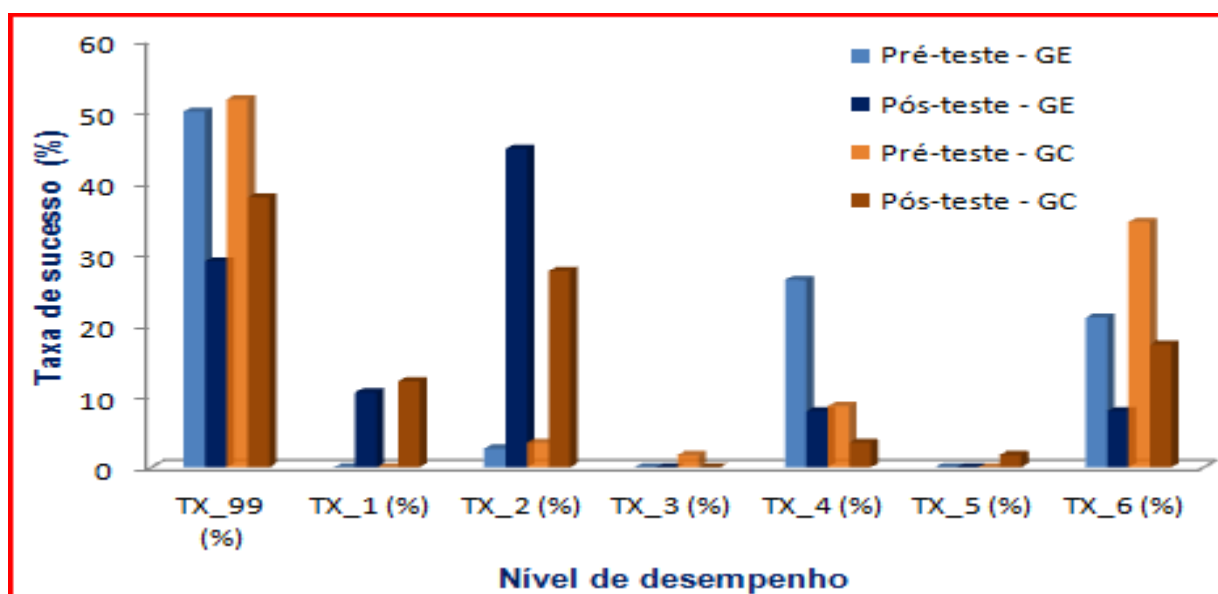


Gráfico 20 – Taxa de Sucesso em função do nível de desempenho (questão 12)

Da análise do gráfico 20 verificamos que a maioria dos alunos do Grupo de Controlo revelava no Pré-Teste que o sistema de ecolocalização se processa de modo análogo a algumas ações humanas. No Pós-Teste, a maioria dos alunos já associa a ecolocalização ao fenómeno físico do eco.

A maioria dos alunos do Grupo Experimental manifestam no Pré-Teste que o sistema de ecolocalização está relacionado com a orientação através do som e no Pós-Teste referem até o fenómeno físico do eco.

Assim, nesta questão, não se observou uma diferença significativa na percentagem dos alunos dos grupos GC e GE que responderam acertadamente no Pós-Teste.

Questão 13 – Infrassons:

Na questão 13 é apresentada uma situação real ocorrida no Oceano Índico e os alunos após a análise direta de um espectro, têm de indicar se é cientificamente verdade que os elefantes conseguem prever a chegada do maremoto e fundamentar a resposta.

O nível de desempenho 1 teve a cotação de 1 ponto e os níveis de 2 até 10, a cotação de 0,5 pontos.

Os dados recolhidos nas respostas a esta pergunta levaram à construção do **gráfico 21**.

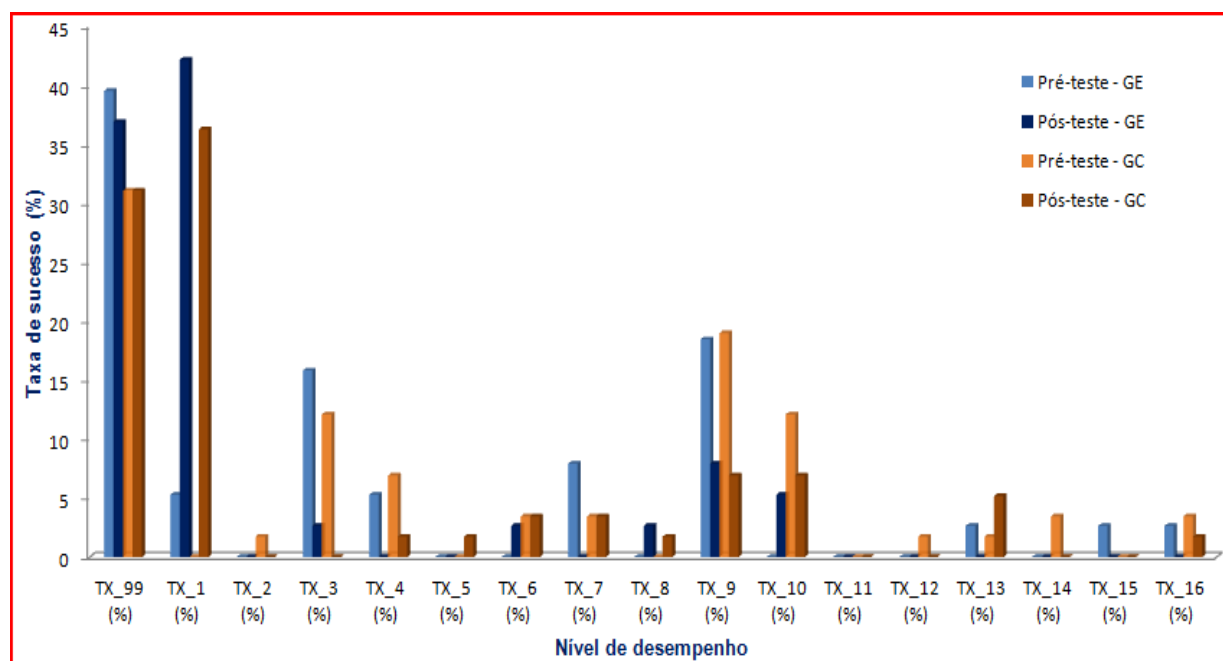


Gráfico 21 – Taxa de Sucesso em função do nível de desempenho (questão 13)

Da análise do gráfico 21 verificamos que a maioria dos alunos dos dois grupos de intervenção no Pré-Teste manifestava que a situação retratada no enunciado se devia ao facto dos elefantes terem uma ótima audição/ orelhas demasiado grandes e no Pós-Teste expressaram a resposta cientificamente aceite.

🚩 Questão 14 – Efeito de Doppler:

Na questão 14 pretendia-se que os alunos explicassem cientificamente o facto de ouvirmos um som mais agudo quando uma ambulância se aproxima e mais grave quando esta se afasta. A acompanhar a questão foi também facultada uma imagem ilustrativa do efeito de Doppler.

O nível de desempenho foi classificado de 1 ponto e os níveis 2 e 3 de 0,5 pontos.

Os dados recolhidos nas respostas a esta pergunta levaram à construção do **gráfico 22**.

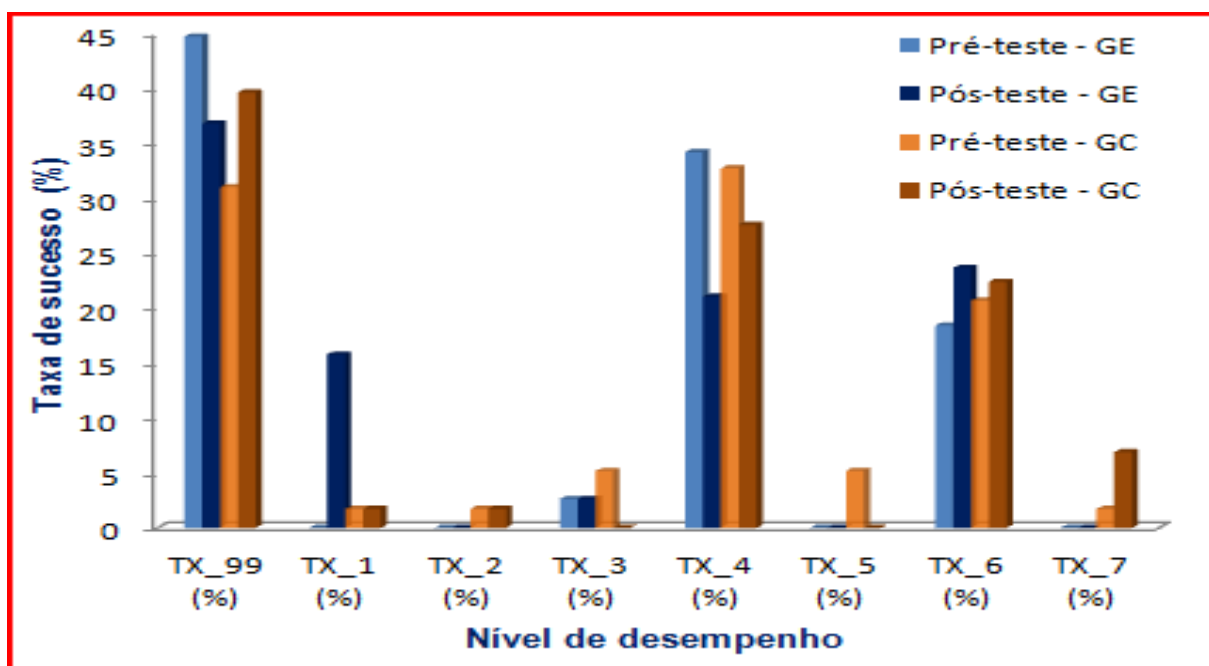


Gráfico 22 – Taxa de Sucesso em função do nível de desempenho (questão 14)

Da análise do gráfico 22, verificamos que a maioria dos alunos do Grupo de Controlo mantem a mesma resposta, no Pré e Pós-Teste, confundindo os atributos do som: altura e intensidade.

Para o Grupo Experimental, a maioria dos alunos revela no Pré-Teste que não consegue distinguir altura de intensidade do som e no Pós-Teste, na sua maioria, dão uma explicação incorreta.

Nesta questão não ocorreu alteração significativa do esquema cognitivo, situação já previsível porque devido a limitações de tempo, não foi possível aplicar nas sessões do Clube de Ciências Físico-Químicas a REVE associada ao Efeito de Doppler. Todavia, é de registar as cerca de 15 % de respostas corretas dos alunos do GE no Pós-Teste.

✚ Questão 15 – Altura do som:

Na questão 15 pretendia-se que o aluno apresentasse uma justificação para as diferenças do som emitido com um xilofone de garrafas, quando sopramos no gargalo das mesmas. A acompanhar a questão encontra-se uma figura que evidencia claramente que o nível de água no interior das garrafas é diferente.

Ao nível de desempenho um foi atribuída a cotação de 1 ponto e ao nível dois 0,5 pontos.

Os dados recolhidos nas respostas a esta pergunta levaram à construção do **gráfico 23**.

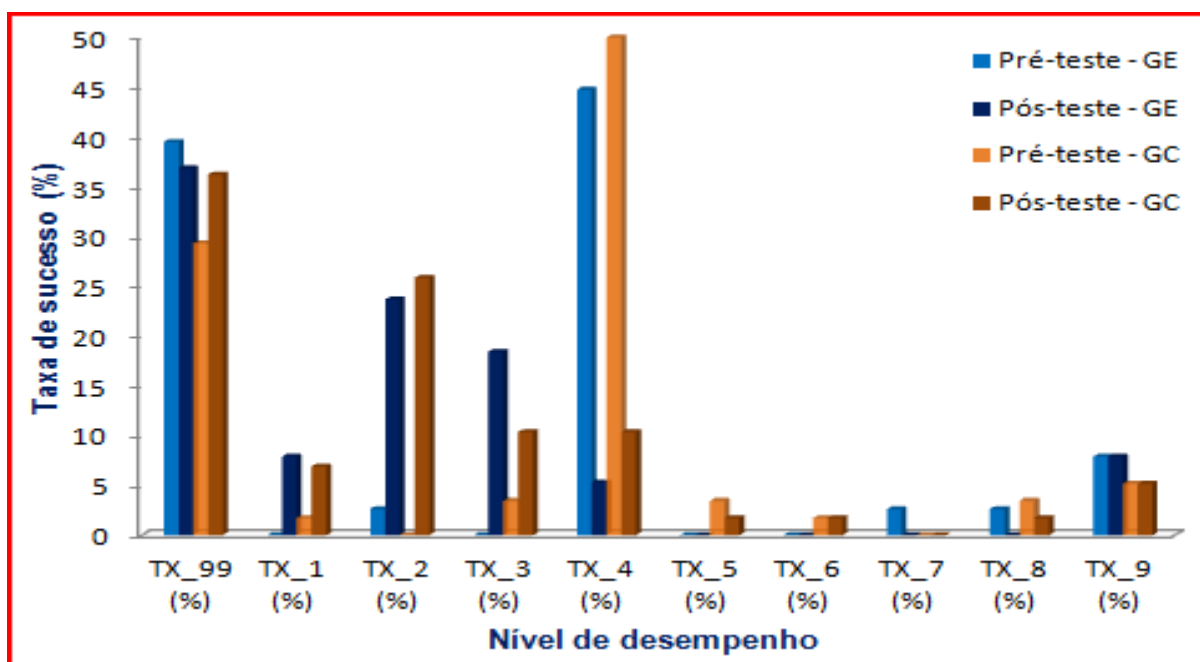


Gráfico 23 – Taxa de Sucesso em função do nível de desempenho (questão 15)

Da análise do gráfico 23 verificamos que a maioria dos alunos de ambos os grupos de intervenção associou no Pré-Teste que as diferenças de som percecionadas se deviam à diferença dos níveis de água, havendo transporte de matéria. No Pós-Teste já associam que as diferenças se devem à posição do nível de água, o que irá determinar que, em alguns casos, o som seja mais agudo e em outros, mais grave.

A mudança conceptual verificada para o Grupo Experimental nesta questão ficou um pouco aquém do esperado. Porém, julgamos que o facto de ser a última questão de um teste que obrigatoriamente teve de ser realizado em apenas 45 minutos e a APL5- “Como varia a altura de um som?” ter sido realizado numa das primeiras sessões do Clube de Ciências Físico Químicas, poderão ter sido considerados fatores pouco favoráveis.

4.4. Ganhos de Aprendizagem

4.4.1. Metodologia de Ganhos de Aprendizagem

De forma a avaliar a mudança conceptual dos nossos alunos e na ânsia da procura de uma resposta para as hipóteses formuladas no início da nossa investigação, decidimos aplicar um instrumento de medida semelhante ao usado no *Force Concept Inventory* (FCI).

O FCI foi criado por David Hestenes (1992) e tal como no nosso estudo, também se aplicou um Pré e um Pós-Testes, em que os problemas de cálculo são substituídos por distratores, que permitem diagnosticar os conceitos prévios mais comuns no ensino da mecânica.

Para avaliarmos o desempenho de cada grupo de intervenção, iremos recorrer ao cálculo do ganho absoluto (G_a) e ao ganho relativo normalizado (G), definidos como:

$$G_a = N_f - N_i \quad (1)$$

$$G = \frac{N_f - N_i}{100 - N_i} \times 100 \% \quad (2)$$

onde N_i e N_f , traduzem, respetivamente, as notas (ou taxa de sucesso) obtidas no Pré e Pós-Teste.

O cálculo do Ganho relativo normalizado (G) irá permitir conhecer a relação entre o ganho absoluto e o quanto a nota inicial se afasta da classificação máxima (100 %).

De seguida, iremos comparar os valores obtidos na nossa investigação com os valores de G apresentados na literatura internacional para métodos tradicionais.

Por fim, apresentar-se-á gráficos do ganho relativo normalizado em função da nota inicial, de forma a tirarem-se as conclusões.

4.4.2. Aplicação da metodologia de Ganhos de Aprendizagem

Os dados recolhidos da análise das respostas dadas nos testes e a aplicação das expressões matemáticas (1) e (2), conduziram à elaboração de tabelas com a indicação, para cada um dos grupos de intervenção, dos seguintes parâmetros: N_i , N_f , G_a , G e número de alunos por nível de G (anexo XI, p. 324).

Nas referidas tabelas os valores do Ganho Absoluto de aprendizagem (G_a) dos alunos: 14A (GE), 6C (GC), 7C (GC), 15D (GC), 21D (GC) e 29D (GC), encontram-se destacados com um sombreado a rosa para evidenciar que os respetivos valores são negativos. A situação descrita não era previsível, mas pensamos que o facto do Pós-Teste ter sido realizado no 3.º período e estes alunos estarem já a prever que não transitarão de ano letivo, tenham sido fatores determinantes na sua desmotivação.

A atribuição do nível de G teve em conta os seguintes critérios:

- ✓ Nível 0: $G < 0 \%$
- ✓ Nível 1: $0 \% \leq G \leq 10 \%$.
- ✓ Nível 2: $10 \% < G \leq 20 \%$.
- ✓ Nível 3: $20 \% < G \leq 30 \%$.
- ✓ Nível 4: $30 \% < G \leq 40 \%$.
- ✓ Nível 5: $40 \% < G \leq 50 \%$.
- ✓ Nível 6: $50 \% < G \leq 60 \%$.
- ✓ Nível 7: $60 \% < G \leq 70 \%$.
- ✓ Nível 8: $70 \% < G \leq 80 \%$.
- ✓ Nível 9: $80 \% < G \leq 90 \%$.
- ✓ Nível 10: $90 \% < G \leq 100 \%$.

O **quadro 16** resume, para cada um dos grupos de intervenção, os valores médios de N_i , N_f , G_a , G .

Valores médios	Grupo de Intervenção	
	GC	GE
N_i (%)	17,5 %	21,4 %
N_f (%)	34,8 %	48,1 %
G_a (%)	17,2 %	26,8 %
G (%)	20,8 %	34,2 %

Quadro 16 – Valores médios de N_i , N_f , G_a , G

Da análise dos valores do quadro 16, inferimos que a diferença pouco significativa entre as notas iniciais dos grupos de intervenção nos permite afirmar que estes eram equivalentes e é viável a sua comparação.

Em ambos os grupos de intervenção verificou-se uma evolução positiva nas notas do Pós-Teste, quando comparadas com as do Pré-Testes. Os alunos do GE alcançaram ganhos de aprendizagem superiores, sendo que no ganho relativo normalizado o desvio positivo foi de 13,5 %, quando comparado com o GC.

O **gráfico 24** que a seguir se apresenta traduz o número de alunos (em percentagem) em função do nível de G, para ambos os grupos de intervenção.

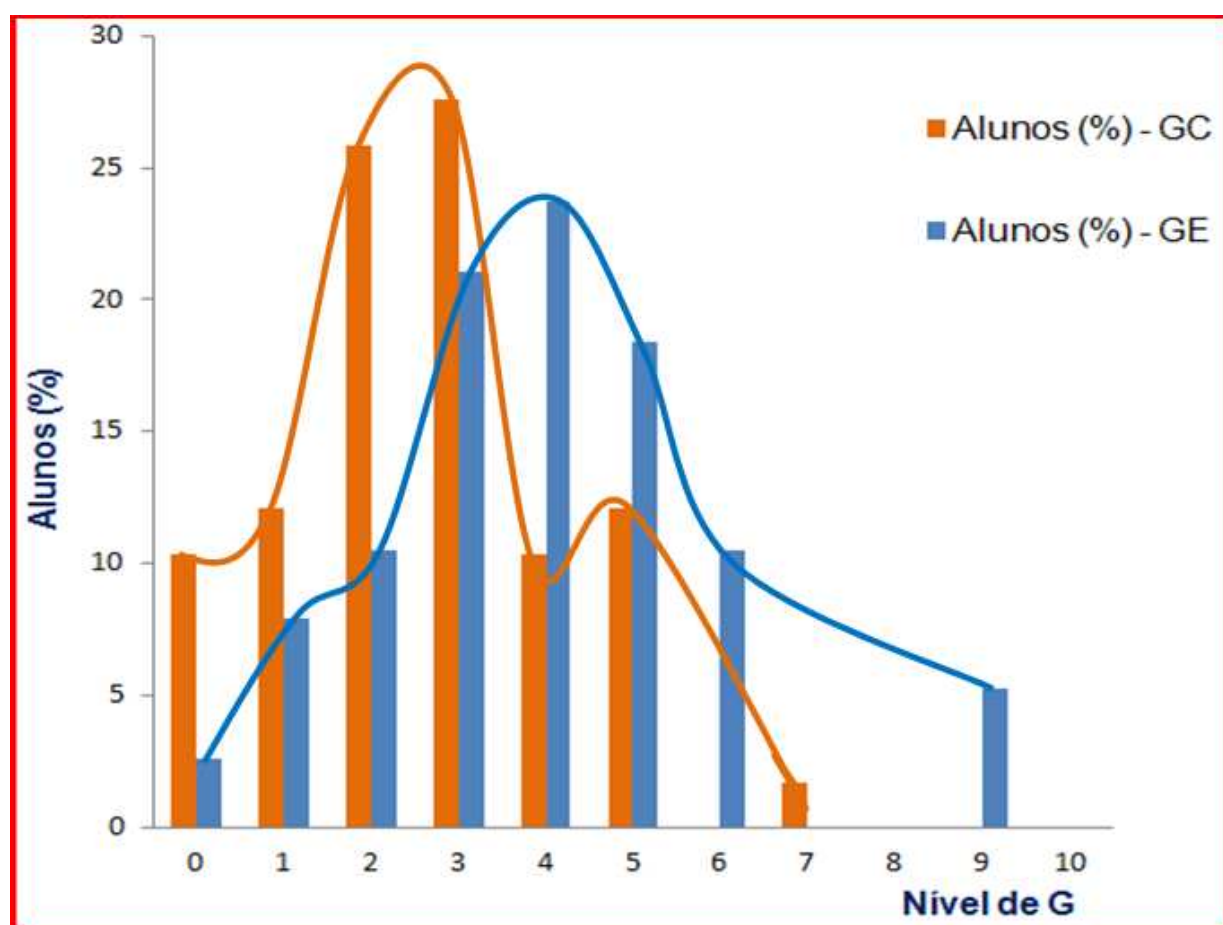


Gráfico 24 – Número de alunos em função do nível de G

Da análise do **gráfico 24** verificamos que as barras associadas ao Grupo de Controlo se distribuem de uma forma assimétrica, mais deslocadas para menores valores de nível de G. As barras associadas ao Grupo Experimental distribuem-se mais simetricamente, deslocadas para valores superiores de nível de G e assemelhando-se a uma distribuição normal.

Para o Grupo de Controlo houve alunos a obter o nível de G de 0 até 7, exceto o nível 6. O nível de três ($20\% < G \leq 30\%$) foi o que contou com o maior número de alunos e o nível sete ($60\% < G \leq 70\%$) o menor nível de G.

Para o Grupo de Experimental houve alunos a obter o nível de G de 0 até 9, exceto os níveis 7 e 8. O nível quatro ($30 \% < G \leq 40 \%$). foi o que contou com o maior número de alunos e o nível zero ($G < 0 \%$) o menor nível de G.

O **gráfico 25** traduz o ganho absoluto em função da nota alcançada no Pré-Teste, para todos os alunos de cada grupo de intervenção. As linhas teóricas de ganho representadas no gráfico, permitem-nos diagnosticar o método de ensino e aprendizagem aplicado a cada grupo, por comparação com outros estudos análogos, que nos indicam que valores próximos da linha dos 20 % e 30 % corresponde ao método tradicional e acima da linha dos 40 % ao método interativo.

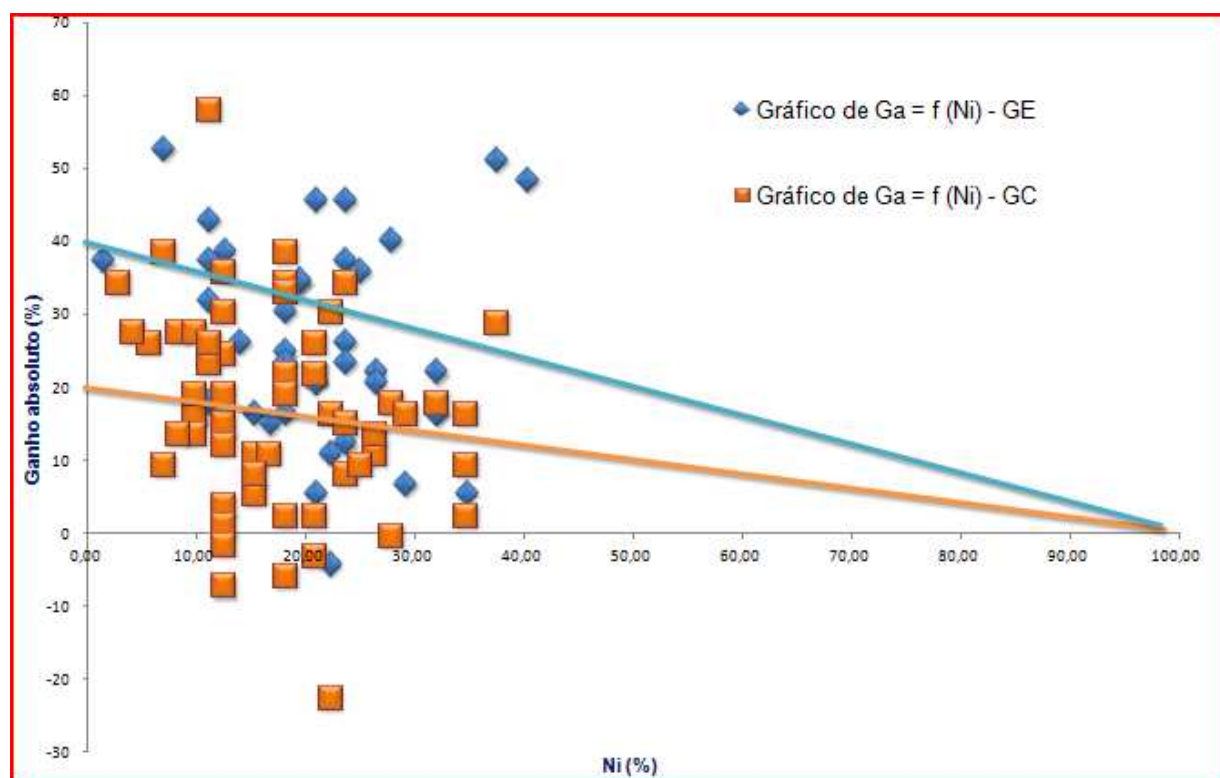


Gráfico 25 – Ganho relativo normalizado em função da nota inicial

O gráfico 25 permite-nos inferir que há 5 alunos do GC e 1 aluno do GE que apresentam um ganho absoluto negativo. Tal situação poderá estar relacionada com o facto de se ter aplicado o Pós-Teste no 3.º período, altura em que os referidos alunos já estavam conscientes que não transitarão de ano e não tiveram a preocupação de demonstrar os conhecimentos adquiridos.

Os pontos referentes aos alunos do GC encontram-se mais deslocados para as proximidades da origem do referencial, correspondendo a menores valores de N_i e de G_a . O facto da maioria dos pontos se concentrarem nas proximidades da linha dos 20%, significa que se aplicou o método tradicional.

Para uma análise mais conclusiva elaborou-se o **gráfico 26**, muito semelhante ao anterior, em que os pontos referentes a todos os alunos foram substituídos por valores médios de cada grupo de intervenção.

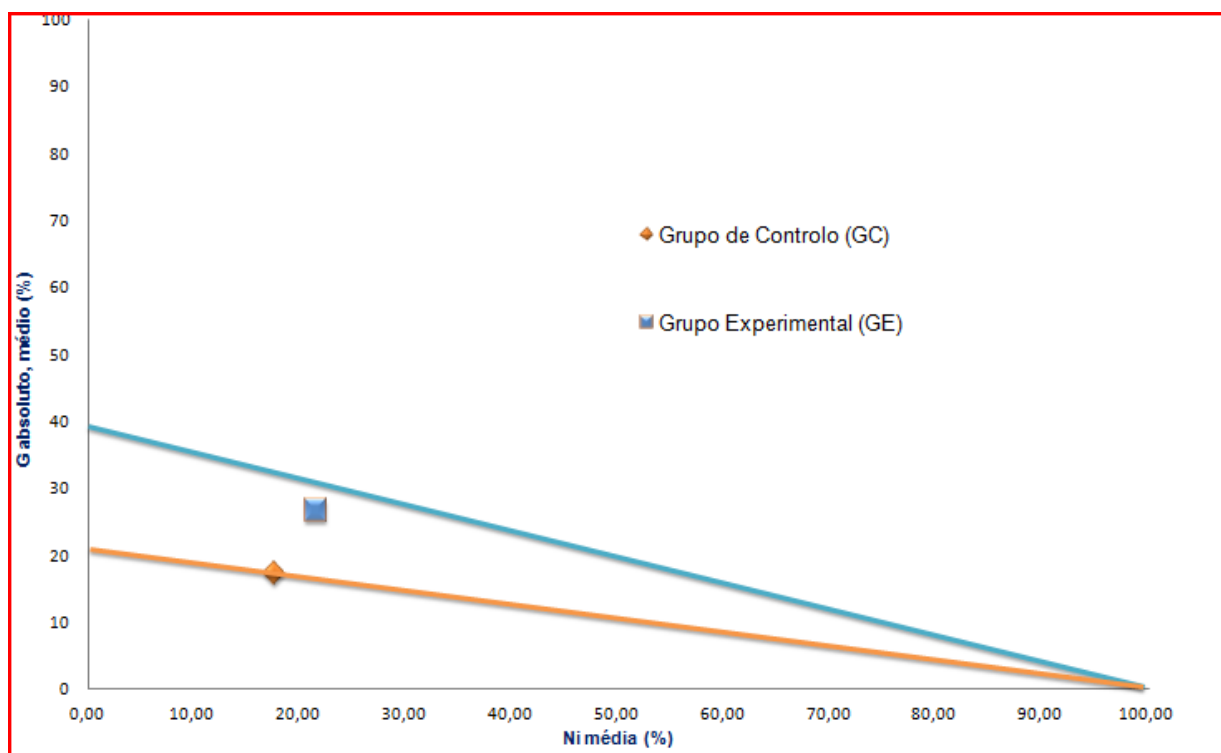


Gráfico 26 – Ganho médio em função das notas iniciais médias

Da análise do gráfico 26 podemos concluir que o GC obteve uma nota inicial média inferior, tal como o respetivo valor da média do ganho absoluto.

O ponto assinalado para o GC encontra-se coincidente com a linha de ganho dos 20 %, região normalmente associada ao método tradicional, noutros testes do mesmo tipo (Mazur, 1991). A posição marcada para o GE está próxima da linha dos 40 %. Estes resultados mostram, com toda a clareza, que um ensino interativo é mais vantajoso para a aprendizagem dos alunos.

4.5. Inquéritos





A apresentação e discussão dos resultados alusivos ao inquérito final, aplicado aos alunos do Grupo Experimental, serão divididas em cinco partes, tal como o respetivo enunciado.

4.5.1. Caraterização da Amostra

A amostra de alunos que participou nas sessões do Clube de Ciências Fisico-Químicas é constituída por 38 alunos e todos eles responderam ao inquérito.

No **quadro 17** encontram-se o número de alunos (em percentagem) que para cada questão respondeu às diversas hipóteses de resposta.

Podemos ver que grande parte dos alunos não frequentou o ensino-primário e os alunos pertencentes às turmas A e C frequentaram a disciplina de Educação Musical.

	SIM	NÃO	Não responde/ Não sabe
 Frequentaste o ensino pré-primário?	39,5 %	52,6 %	7,9 %
 Frequentas a disciplina de Educação Musical?	79,0 %	21,0 %	...
 Tocas algum instrumento musical?	47,4 %	52,6 %	...
 Gostas de ler?	76,3 %	23,7 %	...

Quadro 17 – Frequência de resposta

Da análise dos **gráficos 26 e 27** podemos inferir que a maioria dos alunos toca flauta e apreciam livros de comédia. De realçar que nenhum aluno refere que tem por hábito ler revistas científicas, por vezes já aconselhadas pela professora de CFQ.

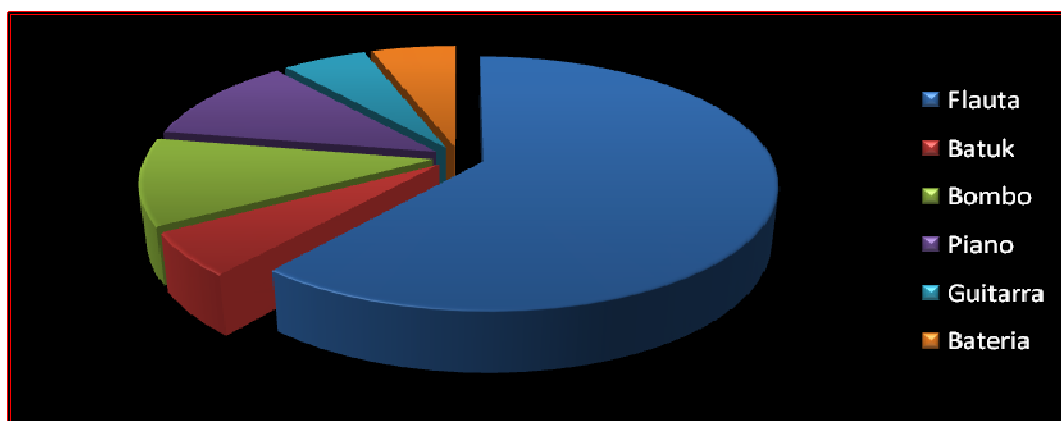


Gráfico 26 – Instrumento musical tocado

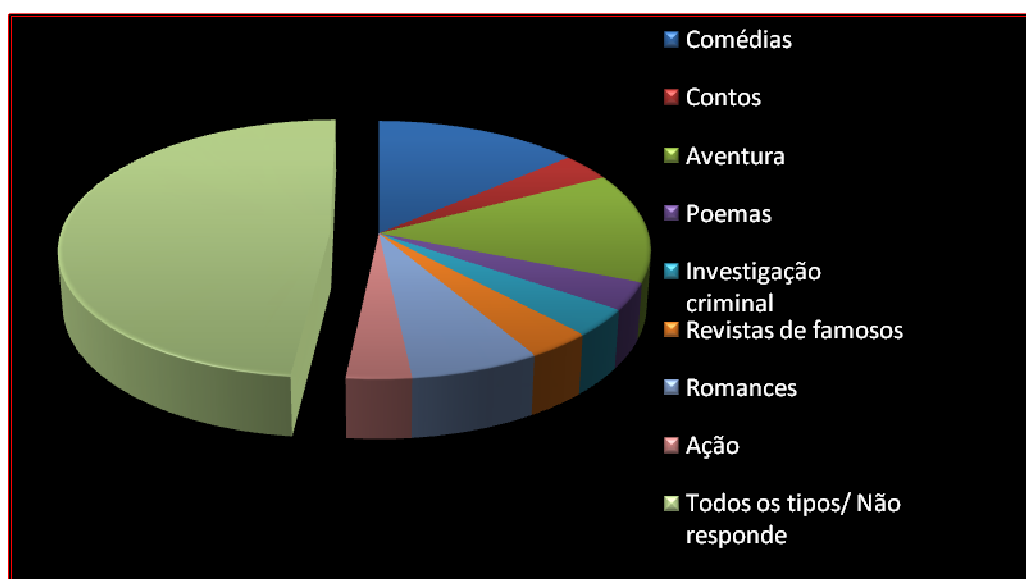


Gráfico 27 – Tipo de leitura preferida

4.5.2. Avaliação das sessões do Clube de Ciências Físico-Químicas

Os alunos referiram que tiveram a informação da dinamização do Clube através da professora de CFQ, que nas aulas deu a conhecer um cartaz explicativo dos objetivos e atividades a dinamizar, tendo facultado um documento alusivo à respetiva inscrição. Um aluno respondeu que foi através de um colega que teve conhecimento da dinamização da atividade.



Referem também, tal como evidencia o **gráfico 28**, que o que norteou a opção de se inscreverem no Clube de CFQ foi a possibilidade de realizarem experiências e/ ou atividades.



Gráfico 28 – Motivos para participarem no Clube de CFQ

Os alunos referem que frequentaram a grande maioria das sessões do Clube de Ciências Físico-Químicas e a aluna 10A responde à questão 3 da seguinte forma: “Muitas e Adorei”.

Para a questão 4, encontra-se no interior do **quadro 18** o número de alunos (em percentagem) que optou por cada opção, em cada parâmetro proposto.



	1 	2	3	4	5	6 
✓ Objetivos das sessões	5,3 %	10,5 %	84,2 %
✓ Conteúdos programáticos das sessões	5,3 %	10,5 %	84,2 %
✓ Sequência das atividades propostas	10,5 %	2,6 %	86,9 %
✓ Importância das atividades desenvolvidas para a compreensão dos conteúdos abordados nas aulas de CFQ	2,63 %	10,5 %	86,9 %
✓ Relacionamento com os colegas	5,3 %	94,7 %
✓ Equipamentos de laboratório	2,6 %	...	5,3 %	...	5,3 %	86,8 %
✓ Local de trabalho	2,6 %	...	21,1 %	76,3 %
✓ Documentação de apoio	7,9 %	92,1 %
✓ Recursos e meios de apoio <i>online</i> disponibilizados	5,3 %	5,3 %	89,4 %

Quadro 18 – Frequência de resposta

Verificamos que a maioria dos alunos que frequentaram o Clube expressaram na resposta à questão 4, que a planificação e a concretização das atividades dinamizadas merecem a classificação máxima, destacando-se com maior frequência o gosto do espírito colaborativo, bem como a importância dos documentos de apoio sugeridos no tópico “Para Saber Mais...” disponibilizado na maioria das atividades dinamizadas. Uma minoria dos alunos demonstrou apenas um certo descontentamento com o facto da escola não possuir um laboratório devidamente equipado e as salas de informática nem sempre estarem disponíveis.

4.5.3. Avaliação da intervenção da Professora

Na questão 19 era solicitado a que os alunos procedessem a uma avaliação do desempenho da professora, ao longo das sessões do Clube. O **quadro 19** resume o número de alunos (em percentagem) que optou por cada opção, em cada parâmetro proposto.

	1 	2	3	4	5	6 
✓ Domínio dos assuntos	2,6 %	2,6 %	7,9 %	86,9 %
✓ Maneira de ensinar	5,3 %	7,9 %	86,8 %
✓ Dinâmica das sessões e empenho da professora	7,9 %	92,1 %
✓ Relacionamento da professora com os participantes	2,6 %	97,4 %

Quadro 19 – Frequência de resposta

Os alunos classificam o desempenho e a relação que a professora estabelece com os participantes de muito boa e o domínio dos assuntos e a maneira de ensinar de boa.

4.5.4. As minhas sugestões

Nas respostas à questão 6 os alunos revelaram uma grande dificuldade em distinguir atividade de tema. Depois da realização do inquérito, os alunos referiram que o facto de apenas terem frequência de dois anos na disciplina, não lhe permite ter uma noção das áreas de domínio da Física.

Da análise do **gráfico 29**, verificamos que o tema mais votado é a luz.

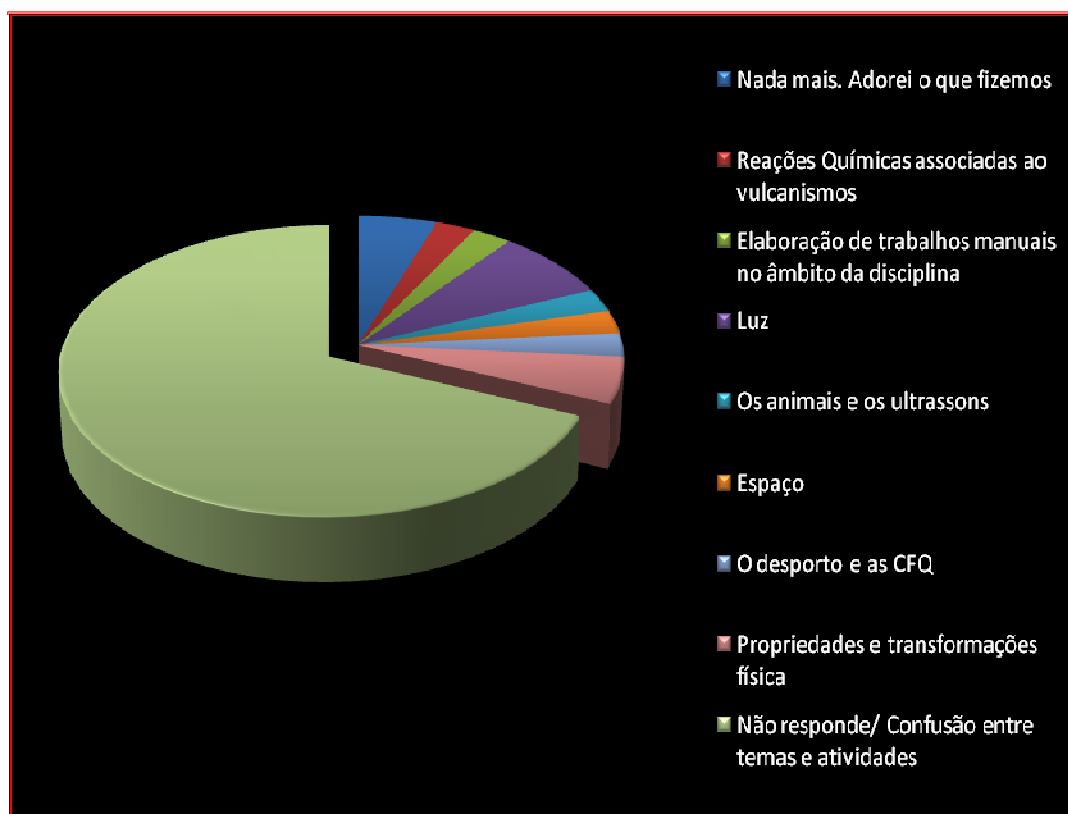


Gráfico 29 – Temas sugeridos para próximas sessões do Clube de CFQ

Em relação à questão 7, tal como indicado no **gráfico 30**, a atividade mais sugerida é a realização de mais trabalhos com recurso às Tecnologias da Informação e Comunicação.

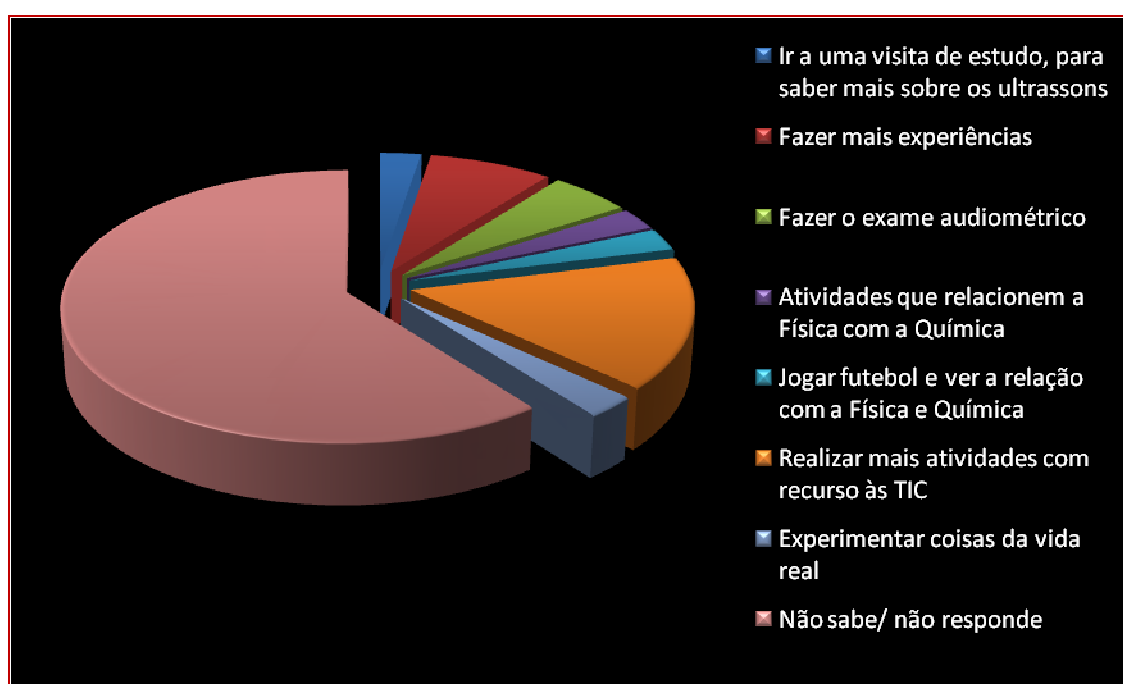


Gráfico 30 – Atividades sugeridas para próximas sessões do Clube de CFQ

Capítulo 5 – CONCLUSÕES E PROPOSTAS FUTURAS

5.1. Considerações sobre o estudo

5.2. Constrangimentos e sugestões de melhoramento

5.3. Propostas futuras

5.4. Reflexão final

5. CONCLUSÕES E PROPOSTAS FUTURAS

*(...) Se não houvesse mais nada
(mesmo mais nada)
senão átomos,
os milhões de milhões de milhões de átomos
que compõem os milhões de milhões de milhões de galáxias
dispostos de milhões de milhões de milhões de maneiras diferentes
teriam forçosamente de repetir,
daqui a milhões de milhões de milhões de séculos
exatíssimamente a mesma disposição que agora têm (...)*

“Poema do Eterno Retorno”, in *Novos Poemas Póstumos de ANTÓNIO GEDEÃO*,
1.^a edição, 1990, Edição João Sá da Costa, Lisboa

Neste capítulo vamos apresentar as conclusões do estudo realizado, nomeadamente a influência da dinamização de estratégias pedagógicas motivadoras, no âmbito do tema “Som e Audição”, aplicadas nas sessões do Clube de Ciências Físico-Químicas, na mudança conceptual ocorrido no processo de ensino e aprendizagem e na melhoria dos ganhos de aprendizagem.

Numa fase posterior, serão analisados os constrangimentos/ limitação encontrados, bem como sugestões de melhoria e propostas futuras.

5.1. Considerações sobre o estudo

Ao abraçarmos o desafio de investigar quais as estratégias de ensino motivadoras que poderiam ser dinamizadas nas sessões do Clube de Ciências Físico-Químicas, de forma a potenciar ganhos significativos de aprendizagem no âmbito do Som e Audição, ao nível do 8.º ano de escolaridade, estávamos conscientes das mudanças que são hoje impostas a alunos e professores.

Foi nosso propósito que os alunos da nossa intervenção assumissem um papel ativo na escola, pois pretende-se que eles participem na construção do seu próprio conhecimento. À professora também se impunham mudanças significativas, na necessidade urgente de abandonar as estratégias de ensino e aprendizagem associadas ao método tradicional, que

pouco contribuem para a compreensão dos fenómenos físicos.

Os alunos, ao longo da sua vida e mesmo antes de contactarem pela primeira vez com os conceitos de Física, no 7.º ano de escolaridade, vão construindo modelos mentais, que lhe permitem explicar os fenómenos com que são confrontados no dia a dia. Face a esta constatação, foi nossa preocupação inicial diagnosticar as ideias prévias dos alunos, através da aplicação de um Pré-Teste a todos os alunos do 8.º ano de escolaridade e não as considerar uma barreira às aprendizagens, mas antes um ponto de partida para o debate e confronto de ideias, no sentido da evolução progressiva na construção de uma mudança conceptual.

A avaliação dos Pré e Pós-Testes, tendo por base a parametrização de todas as respostas dadas pelos alunos e indicadas no documento alusivo aos respetivos critérios específicos de correção, foi uma tarefa que nos permitiu analisar quantitativamente e com exatidão a evolução conceptual dos alunos e nos possibilitou concluir que no teste final houve uma diminuição de respostas incluídas na categoria de concepções prévias.

Constatamos, porém, que algumas concepções prévias identificadas antes do ensino curricular persistem depois da lecionação dos conteúdos, particularmente para os pertencentes ao Grupo de Controlo. Esta constatação leva-nos a concluir que, para os alunos assimilarem os conceitos das Ciências e da Física em particular, tal requer tempo e as estratégias de ensino e aprendizagem têm aqui um papel determinante. Até porque a nossa investigação tem como público-alvo uma amostra que contacta pelo segundo ano consecutivo com conteúdos de Física e como tal, não poderão de forma alguma cair no descontentamento e desmotivação. Terá antes de mais semear-se neles a curiosidade científica, a capacidade de argumentação, as potencialidades de conseguir aplicar os conceitos físicos a outras situações do dia a dia, não abordadas em contexto de sala de aula; o desenvolvimento da destreza de manusear equipamentos de laboratório/ ferramentas informáticas.

Foi neste contexto que surgiu a necessidade de planificar as atividades dinamizadas no Clube de Ciências Físico-Químicas, segundo uma vertente de *Previsão, Observação, Discussão e Síntese - PODS (Prediction, Observation, Discussion and Synthesis)*, digamos que uma pequena variante ao método POE de Gunstone.

5.2. Constrangimentos e sugestões de melhoramento

Ao longo da nossa investigação a aplicação de atividades inovadoras, nomeadamente as Atividades Práticas de Laboratório (APL), *Roteiros de Exploração de Software Educativo (RESE)*, *Roteiros de Exploração de Vídeos Educativos (REVE)* e *Roteiros de Tradução de*

Vídeos Educativos (RTVE), requereu por parte da professora um trabalho inicial exigente e rigoroso. A constatação de que os alunos iam progressivamente respondendo positivamente aos desafios e alimentavam o gosto pelos assuntos relacionados com a Física (tal como expressaram no inquérito final), foi um esforço que compensou amplamente.

De realçar que os alunos, numa fase inicial, manifestaram alguma insegurança na exploração do primeiro *software* e do preenchimento da respetiva RESE, tendo exigido da parte da professora um acompanhamento mais personalizado. De forma a permitir uma maior familiarização com os recursos *online*, a professora indicou a RESE 3 - Osciloscópio Virtual, para trabalho de casa. Com a aplicação desta estratégia, os alunos tomaram consciência das dúvidas que ainda persistiam na utilização das TIC e foi possível discuti-las em grande grupo.

A aplicação dos Pré e Pós-Testes com as mesmas questões, facultadas com uma diferença de apenas três meses poderá ter constituído uma ameaça à validade do estudo, pois as significativas melhorias verificadas principalmente no Grupo Experimental, na maioria dos Pós-Testes podem ter sido influenciadas não apenas pelas atividades dinamizadas, mas do treino e memorização de algumas respostas dadas no Pré-Teste.

Pensamos que esta problemática poderia ser diluída caso, num futuro próximo, fossem aplicadas todas estas atividades ao longo de um ano letivo, visto que as trinta e nove atividades elaboradas neste estudo o iria permitir.

Ainda se podia objetar que a transição da abordagem de assuntos da Química para a unidade Som e Audição, do domínio da Física, poderá ter interferido negativamente nos valores dos ganhos de aprendizagem, uma vez que lamentavelmente os alunos, nomeadamente os do sexo feminino e numa fase inicial, oferecem alguma resistência ao desenvolvimento de um raciocínio lógico abstrato, necessário para o estudo da Física. A par disso, apraz-nos referir que o Grupo Experimental contemplava 16 alunos e 22 alunas e quanto a isso estamos um pouco divididos. Se por um lado, a inscrição voluntária no Clube, tal como sucedeu na nossa investigação, permitiu que os alunos procurassem dar o máximo de si, em contrapartida se houvesse igual número de alunos de ambos os sexos, seria mais vantajoso.

No nosso estudo, houve a necessidade imperiosa de iniciarmos a lecionação da disciplina pela componente de Química, para que desta forma fosse possível, em tempo útil, finalizar os recursos a aplicar no Clube. Porém, sugeríamos numa futura intervenção, inverter tal sequência programática, permitindo que os alunos não estabeleçam comparações entre a complexidade das componentes de Física e da Química e desta forma, poder-se-ia alargar o estudo a uma amostra de alunos de outras escolas, tal como ainda se tentou.

5.3. Propostas futuras

O *feedback* recolhido pelos alunos do Grupo Experimental quer verbalmente quer no inquérito final, bem como a evolução da mudança conceitual evidenciada por melhores ganhos de aprendizagem, desenvolveu em mim a intenção de dar continuidade a este estudo, em prol da melhoria das minhas práticas educativas enquanto professora de uma área aliciante do domínio das ciências.

Assim, algumas das minhas propostas futuras são:

- ✚ Dar continuidade à investigação sobre o impacto deste tipo de materiais na aprendizagem dos alunos, no programa doutoral de Ensino e Divulgação das Ciências (FCUP).
- ✚ Avaliar os ganhos de aprendizagem, resultantes da aplicação das estratégias: representação de peças de teatro científico numa escola; questão da vez seguinte (*Next time question*); desafio semanal (da análise de várias simulações, identificar a que apresenta incorreções científicas); divulgação de notícias, com a possibilidade de *post* de comentários e/ ou dúvidas; elaboração de vídeos com a relação entre a ciência e as temáticas alusivas à Ciência Tecnologia e Sociedade.
- ✚ Alargar o estudo realizado a escolas do interior e do litoral de Portugal. Dessa forma poderia apurar a opinião de outros professores quanto à aplicação das estratégias de ensino e aprendizagem, bem como diagnosticar se as barreiras geográficas interferem nos ganhos de aprendizagem.
- ✚ Aplicar a alunos, desde o 7.º até ao 9.º ano de escolaridade, atividades de ensino e aprendizagem semelhantes às dinamizadas nesta investigação e também no âmbito da Física, de forma a apurar o seu impacto para se sentirem motivados a seleccionar o Curso de Ciências e Tecnologias, no Ensino Secundário.
- ✚ Alargar este tipo de investigação a outras áreas da Física e eventualmente divulgar estas ferramentas de ensino e aprendizagem junto de professores

5.4. Reflexão final

A análise dos valores de ganhos relativos de aprendizagem, de 34,2 % para o Grupo Experimental e 20,8 % para o Grupo de Controlo e também o gráfico 26 (posicionamento dos ganhos absolutos médios em função do ponto inicial de conhecimentos), leva-nos a acreditar que apesar de certamente muito ter ficado por fazer, reconhecemos que os objetivos gerais foram amplamente alcançados.

Neste estudo concluímos que as atividades práticas de laboratório e as tecnologias da informação e comunicação podem ser utilizadas como recursos de ensino e aprendizagem

potencialmente enriquecedores na abordagem de conceitos de Física, nomeadamente na temática do Som e Audição. Com base nos resultados (positivos) apurados, não é nosso propósito advogar a favor das aulas exclusivamente experimentais e/ ou no uso intensivo das TIC, como recursos que possam substituir a prática letiva habitual. A mensagem que pretendemos deixar é que os recursos digitais e as APL, quando devidamente utilizados, podem favorecer a construção do conhecimento pelos alunos e desta forma, deverão ser mais explorados como recursos a serem utilizados pelos professores, para promover uma mudança conceptual e o desenvolvimento de modelos mentais adequados nos alunos, que como sabemos, são os alicerces para o desenvolvimento de capacidades.

Espero ter contribuído para alimentar nos meus alunos, nomeadamente nos 38 que por iniciativa própria participaram nas sessões do Clube de Ciências Físico-Químicas, o gosto e compreensão pelos fenómenos associados à ciência, nomeadamente na temática abordada. Finda esta investigação, terminaria tal como iniciei, fazendo das palavras de Marie Curie as minhas: “Cada pessoa deve trabalhar para o seu aperfeiçoamento e, ao mesmo tempo, participar da responsabilidade coletiva por toda a humanidade”.

Capítulo 6 – BIBLIOGRAFIA

- ✓ **Afonso, et al**, 1998, Promover a qualidade do ensino e aprendizagem do Som e Audição, Gazeta da Física.
- ✓ **Almeida, J. F., Pinto, J. M.**,1990, *A Investigação em Ciências Sociais*. Lisboa: Presença.
- ✓ **Alonso, M. e Finn, E**, 1999, *Física*, Addison-Wesley Iberoamericana España, S. A. Madrid.
- ✓ **Benke, G**, 2000. *Do boys and girls understand physics differently? Teaching Physics*, 35(6), novembro.
- ✓ **Berkes, I.**, 1992, *A Física do Quotidiano*. Gradiva Publicações.
- ✓ **Bleicher et al**, 2002, Análise e simulação de ondas sonoras assistidas por computador, Revista Brasileira do Ensino da Física.
- ✓ **Brooks, J. G. & Brooks, M.G.** (1993). *In search of understanding: The case for constructivist classrooms*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- ✓ **Brooks, J. G. & Brooks, M.G.** (1999). *The courage to be constructivist*. Educational Leadership.
- ✓ **Cachapuz, A.**, 1989, *Por um ensino relevante da Química: que papel para o trabalho Experimental?* Boletim SPQ 36,p. 25 – 27.
- ✓ **Cachapuz, A. E Martins, I.**, 1991, *Formação em Química dos Professores e ensino para a mudança conceitual – uma estratégia inovadora*, Boletim SPQ, p. 46, p. 13 – 18.
- ✓ **Cachapuz. A**,1999, *O trabalho experimental nas aulas de Física e Química: uma perspectiva nacional*, Gazeta da Física, SPF, vol. 12, p. 65 – 69.
- ✓ **Cachapuz, et al**, 2002. *Ciência, educação em ciência e ensino das ciências*. 1ª Edição. Ministério da educação. Lisboa.
- ✓ **Caldeira, M**, 1991, *Ideias dos alunos sobre o conceito do som*, Gazeta da Física, SPF, vol. 14, Fasc. 1, p. 22 – 32.
- ✓ **Carmo. H., Ferreira M.**,1998, *Metodologia da Investigação – Guia para a Auto – Aprendizagem*. Lisboa: Universidade Aberta.
- ✓ **Carvalho, PS, Sousa, AS, Paiva, J, Ferreira, AJ**, 2012, *Ensino Experimental das Ciências: um guia para professores do ensino secundário - Física e Química*, U. Porto editorial.
- ✓ **Carvalho, R.**, 1982 - *A Física experimental em Portugal no Século XVIII*, Biblioteca Breve (1.ª edição), Instituto de cultura e língua portuguesa.

- ✓ **Carvalho, R.**, 1992, *A Física do dia a dia*. Relógio d'Água Editores Lda.
- ✓ **Carvalho, P.**, 2011,. *A simple experiment to explore standing waves in a flexible corrugated sound tube*. The Physics Teacher. Vol. 49, setembro.
- ✓ **Carvalho, C.**, 2008, *A time of flight method to measure the speed of sound using a stereo sound card*. The Physics Teacher. Vol. 46, outubro.
- ✓ **Castello, M.**, 2004, *A galáxia internet: reflexões sobre a internet, negócio e sociedade*. Fundação Calouste Gulbenkian.
- ✓ **Chagas et al**, 1998, Financiamento da Educação”, in *A Evolução do Sistema Educativo e o PRODEP*, Lisboa, DAPP/ Ministério da Educação.
- ✓ **Davis, AH**, 2010, *Grande Enciclopédia da Ciência*. Editora Civilização.
- ✓ **Driver et al**, 1994, *Making sense of secondary science Research into children's ideas*, New York: Routledge.
- ✓ **Dushl, R. A.**, 1997, *Renovar la enseñanza de las ciencias: Importancia de las teorías y au desarrollo*. Madrid: Narcea.
- ✓ **Eco, U**, 2012, *Como se faz uma tese*. Editorial Presença.
- ✓ **Ferreira, R.**, 2010, *Concorde – Um avião capaz de sobrevoar o Atlântico em menos de três horas parecia tão impossível quanto desejável*. Quero Saber. Vol. 2. P. 82 e 83.
- ✓ **Ferreira, R.**, 2011, *A Voz*. Quero Saber. Vol. 6. P. 75.
- ✓ **Ferreira, R.**, 2011, *O Poder do Som*. Quero Saber. Vol. 13. P. 18.
- ✓ **Ferreira, R.**, 2011, *Minimicrofone*. Quero Saber. Vol. 14. P. 18.
- ✓ **Ferreira, F, Paiva, J**, 2005, *Roteiros de Exploração com Tabelas Periódicas Digitais*. Boletim da Sociedade Portuguesa de Química, 96.
- ✓ **Fiolhais, C, Trindade, J**, 1998, 1.º Colóquio de Física do Instituto Politécnico de Tomar: “*A Física no Ensino na Arte e na Engenharia*”. [Disponível online em: http://nautilus.fis.uc.pt/softc/Read_c/RV/virtual_water/articles/art3/art3.html, a julho de 2012].
- ✓ **Freitas, J, Ruivo, L**, 1991, *Promover a mudança concetual*. Edições Asa.
- ✓ **Gunstone, RF**, 1988, “Two teaching strategies for considering children's science”, yearbook of the International Council of the Association for Science Education, 2, 1-12.”
- ✓ **Henrique, J**, 2004, *Acústica Musical*, Fundação Calouste Gulbenkian.
- ✓ **Hestenes, D., Wells, M. Et Swackhamer, G.**, 1992, Force Concept Inventory. The Physics Teacher, 30, 141 – 198.
- ✓ **Hestenes, D., Wells, M. Et Swackhamer, G.**, 1992, A Mechanics Baseline Test. The Physics Teacher, 30, 166 – 199.
- ✓ **Hodson, D.**, 1993, “Re-thinking old way: towards a more critical approach to practical work inschool science.”, Studies in Science Education, 22, 85 – 142.

- ✓ **Hodson, D.**, 1994, *Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratório, Enseñanza de las Ciencias*, 12 (3), 299 – 313.
- ✓ **Hofstein, A, Lunetta, VN**, 2004, “*The Laboratory in Science Education: Foundations for the Twenty-First Century*”, Sci. Education.
- ✓ **Hurd, P. D.**, 1969, *New directions in teaching secondary school science*. Chicago: Rand McNally.
- ✓ **Johnson, K**, 2001, *Physics for You – Revised National Curriculum Edition for GCSE*.
- ✓ **Kahn, B**, 1991, *Os computadores no ensino das ciências*. Edições D. Quixote.
- ✓ **Klein, A**, 2010, *Grande Enciclopédia das Ciências Físicas*, Ediclube.
- ✓ **Lemke, JL**, 2006, *Investigar para el futuro de la educación científica: Nuevas formas de vivir enseñanza de las ciências*, V. 24, n. 1.
- ✓ **Lewis, JL**, 1976, *O ensino da Física escolar I*, Editorial estampa, Biblioteca de ciências pedagógicas.
- ✓ **Lewis, JL**, 1976, *O ensino da Física escolar II*, Editorial estampa, Biblioteca de ciências pedagógicas.
- ✓ **Lunetta, V, & Tamir, P**, 1979, Matching lab activities with teaching goals, *The Science Teacher*, 46, 22-24.
- ✓ **Lopresto, M**, 2011, *Experimenting with end-correction and the speed of sound*. *Physics Education* 46(4).
- ✓ **Gomes, L**, 2005, *Biofísica para Ciências da Saúde*. Edições Universidade Fernando Pessoa.
- ✓ **Gouveia, R**, 2000, *Se eu não fosse professora de Física...*, Areal Editores.
- ✓ **Manso**, 1996, *Som e audição, uma abordagem de ensino-aprendizagem para o 3.º ciclo do ensino básico, perspetivas e experiências dos professores*, *Revista de educação*, Vol. V, n.º 2, p. 96 – 118.
- ✓ **Marelli, M**, 2010, *A Física do miau*. Editorial Presença.
- ✓ **Martins, A**, 2002, *Livro Branco da Física e da Química – Opiniões dos Professores*. Sociedade Portuguesa de Física e Sociedade Portuguesa de Química [Disponível online a julho de 2012 em http://nautilus.fis.uc.pt/gazeta/revistas/28_3/artigo2.pdf].
- ✓ **Mazur, E**, 1997, *Peer Instruction – A User’s Manual*, Prentice Hall, New Jersey.
- ✓ **Mazur, E**, 1991, *Can we teach computers to teach? Computers in Physics*. Vol. 5 (32-38)
- ✓ **Ministério da Educação. Direção Geral dos Ensinos Básicos e Secundário**, 2001, – Programas e orientações curriculares.
- ✓ **Mintzes, et al**, 2000. *Assessing science understanding: A human constructivist view*. San Diego: Academic Press.
- ✓ **Moreira, V**, 2000, *Escola de Futuro – Sedução ou inquietação? As novas tecnologias e o reencantamento da escola*. Porto Editora.

- ✓ **Nertz, P, Ortega, G,** 2002, *Fundamentos de Físico-Química*. Artmed ed..
- ✓ **Paiva, J.**,2004, As TIC em entrevista ao Doutor João Paiva, Revista Educação – Texto Editora.
- ✓ **Paiva, J,** 2005, *Roteiros de Exploração-valorização pedagógica de software educativo de Química. Boletim da Sociedade Portuguesa de Química, 96*
- ✓ **Paiva, J,** 2005. As TIC no ensino das Ciências Físico-Químicas. Sessão Plenária. Encontro de Educação em Física: O Ensino da Física no século XXI, Braga.
- ✓ **Paiva, J. C.; Costa, L. A. ; Fiolhais C.,** 2005, “MOCHO”: *Um Portal de Ciência e Cultura Científica*. [Disponível online a julho de 2012 em: <http://www.mocho.pt/Ciencias/Fisica/simulacoes/ondas/>].
- ✓ **Paiva, J., Morais, C.,** 2006. Encontro sobre WebQuests associadas a manuais escolares. Universidade do Minho, Braga.
- ✓ **Pasachoff, J,** 2007, *Sound and Light*, Prentice Hall, Science Explored, Prentice Hall.
- ✓ **Pedrajas, A. P.,** 2005, Aplicaciones de las Tecnologías de la Información y de la Comunicación en la Educación Científica. Primeira Parte: Funciones y Recursos. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, Vol. 2, Nº 1.
- ✓ **Popper, K,** 1972, A Lógica da Pesquisa Científica (tradução de The Logic of Scientific Discovery, 1959), Editora Cultrix, São Paulo.
- ✓ **Pozo, I, Crespo, G,** 1981, *Aprender y enseñar ciencia del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Ediciones Morata, SL Madrid.
- ✓ **Pozo, I, Crespo, G,** 2004, *Enseñando a comprender la naturaleza de la matéria: el diálogo entre la química y nuestros sentidos. Educación Química*.
- ✓ **Providência, C, Simões, C,** 2007, *Ciência a Brincar 7 – Descobre o Som!* Bizâncio Editora.
- ✓ **Rogers, C.,** 1986, *Liberdade de Aprender em Nossa Década*, 2ª. Edição, Porto Alegre, Artes Médicas.
- ✓ **Santos, M,** 2002, *Trabalho experimental no ensino das ciências*, Instituto Inovação Educacional.
- ✓ **Schwab, J. J.,** 1962. The teaching of science as inquiry. In J. J. Schwab & P. F. Brandwein (Eds.), The teaching of science. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- ✓ **Sprinthall, N,** 1993, *Psicologia Educacional - Uma Abordagem Desenvolvimentista*, Lisboa, Editora, McGraw Hill de Portugal.
- ✓ **Tamayo, A. O. E.,** (2005). *Caracterización general de la didáctica de las ciencias. Módulo Maestría en Educación y Desarrollo Humano*. Cinde – Universidade de manizales.
- ✓ **Tamayo, A. O. E.,** (2005). *Aportes de la naturaleza de la ciencia y del contenido pedagógico del conocimiento para el campo conceptual de la educación en ciencias*. – Educación y Pedagogía, Universidad de Antioquia, Vol. XVII.

- ✓ **Tamir, P**, 1977, How are the laboratories used?, *Jornal of Research in Science Teaching*, 14 (4), 311 – 316.
- ✓ **Tripler, PA**, 1978, *Física 1, Guanabara Dois, Rio de Janeiro*.
- ✓ **Valadares, J, Pereira, D**, 1991, *Didática da Física e da Química – Universidade Aberta – Volume I*.
- ✓ **Vancleave, J**, 1993, *Física para jovens*, Publicações D. Quixote, Lisboa.
- ✓ **Wollard, K, Solomon, D**, 1995, *Sabes Porquê? O grande circo da ciência*. Gradiva Júnior.

- ✓ **Dissertações:**
- ✓ **Brás, C**, 2003, *Integração das Tecnologias de Informação e Comunicação no ensino da Física e da Química: os professores e a Astronomia no ensino básico*. Dissertação de Mestrado apresentada à Faculdade de Ciências da Universidade do Porto (Mestrado em Educação Multimédia).
- ✓ **Briosa, EP**, 2007; *Physlets e Questões Conceituais, uma forma inovadora de promover a aprendizagens dos alunos*. Dissertação de Mestrado apresentada à Faculdade de Ciências da Universidade do Porto (Mestrado em Física para o Ensino).
- ✓ **Correia, A**, 2001, *Trabalho Experimental para o 8.º Ano*. Dissertação de Mestrado apresentada à Faculdade de Ciências da Universidade do Porto (Mestrado em Física para o Ensino).
- ✓ **Cruz, L**; 2007, *Ensino/ Aprendizagem de ácido-base no ensino secundário – um estudo de caso envolvendo sistemas de aquisição e tratamento de dados*. Dissertação de Mestrado apresentada à Faculdade de Ciências da Universidade do Porto (Mestrado em Química para o Ensino).
- ✓ **Diogo, R**; 2008, *A aprendizagem de ondas sonoras, sob uma ótica de desafios em ambientes virtuais potencialmente significativo*. Dissertação de Mestrado apresentada à Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (Mestrado em Educação).
- ✓ **Lopes, S**, 2007, *Laboratório de Acesso Remoto em Física*. Dissertação de Mestrado apresentada à Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra (Mestrado em Ensino da Física e da Química).
- ✓ **Macedo, C**, 2006, *O ensino - aprendizagem do som no 3.º Ciclo do Ensino Básico*. Dissertação de Mestrado apresentada à Universidade de Aveiro (Mestrado em Ensino da Física). [Disponível online em <http://ria.ua.pt/bitstream/10773/4828/1/2008000102.pdf>, em agosto de 2012].
- ✓ **Morais, C**, 2006, + *Química Digital*. Dissertação de Mestrado apresentada à Faculdade de Ciências da Universidade do Porto (Mestrado em Educação Multimédia).
- ✓ **Nogueiro, C**, 2007; *À descoberta do Sistema Solar*. Dissertação de Mestrado

apresentada à Faculdade de Ciências da Universidade do Porto (Mestrado em Ensino da Astronomia).

- ✓ **Pinto, A**, 2006, *Ensino da física das radiações, através de experiências simples*". Dissertação de Mestrado apresentada à Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa (Mestrado em Física para o Ensino).
- ✓ **Soares, A**, 2007; *A aprendizagem da Acústica no Ensino Básico: uma pesquisa epistemológica e psicologicamente fundamentada*. Dissertação de Doutoramento apresentada à Universidade Aberta (Doutoramento em Ciências da Educação – Especialidade em Didática da Física).

✓ **Manuais Escolares:**

- ✓ **Dias, FMJ, Rodrigues, MMRD**, 2007, *Física e Química na Nossa Vida – CFQ – 8.º Ano*, Porto Editora.
- ✓ **Caldeira, C**, 2007, *Sustentabilidade na Terra – CFQ 8.º Ano*, Didática Editora.
- ✓ **Cavaleiro, M, Beleza, M**, 2007, *FQ8 – CFQ 8.º Ano*, Edições Asa.
- ✓ **Ferreira AJ, Paiva, J, Fiolhais, C, Fiolhais, M, Ventura, G**, 2008 *11F - Física e Química A*, Texto Editores.
- ✓ **Maciel, N, Miranda, A, Marques, MC**, 2007, *Eu e o Planeta Azul – CFQ 8.º Ano*, Porto Editora.
- ✓ **Mendonça, L, Ramalho, M**, 2000, *No mundo em Transformação – Física 8.º Ano*, Texto Editora.
- ✓ **Ribeiro, N, Rocha, N**, 2012, *Banda Sonora 5 – Educação Musical – 5.º Ano*, Areal Editores.

Capítulo 7 – ANEXOS

I – Ficha Diagnóstica do 8.º ano de escolaridade

II – Cartaz de divulgação do Clube de CFQ

III – Pré-Teste

IV – Planificação dos Recursos

V – Atividades Práticas de Laboratório (APL)

VI – RESE/ REVE/ RTVE

VII – Quiz

VIII – Pós-Teste

IX – Inquérito

X- Critérios de correção dos Pré e Pós-Testes

XI – Tratamento Estatístico

I - FICHA DIAGNÓSTICA DO 8.º ANO DE ESCOLARIDADE



AGRUPAMENTO VERTICAL DE ESCOLAS DE FRAZÃO

ESCOLA E.B. 2,3 DE FRAZÃO

FICHA DIAGNÓSTICA À DISCIPLINA DE **CIÊNCIAS FÍSICO-QUÍMICAS** – **8.º ano**

NOME: _____ Nº: _____ DATA: ____ / ____ / 2011 DURAÇÃO: 45 min TURMA 8.º _____ PROFESSORA: _____ ENCARREGADO DE EDUCAÇÃO: _____	COMENTÁRIO _____ _____ _____
--	--

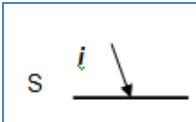
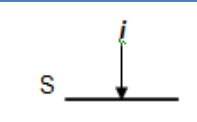
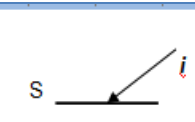
Lê com atenção as questões que se seguem e em cada uma delas seleciona a ÚNICA opção cientificamente correta e responde ao que te é pedido.

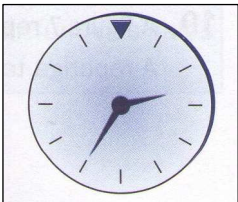
PARTE I

1	Se um meteorito gigantesco cair na superfície lunar, poderás ouvir esse impacto na Terra?	SIM	A
		NÃO	B

1.1. **Justifica** a resposta dada na questão anterior, recorrendo a linguagem científica.

2	Ocorre um eclipse total do Sol quando...	...os três astros se encontram alinhado e pela seguinte ordem: Sol, Lua e Terra.	C
		...os astros Sol, Lua e Terra se encontram desalinhados	D
		...os três astros se encontram alinhado e pela seguinte ordem: Sol, Terra e Lua.	E

3	<p>O raio luminoso representado pela seta, com a letra <i>i</i> está a incidir perpendicularmente à superfície S na situação da...</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>Figura 1</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Figura2</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Figura3</p> </div> </div>	...figura 1.	F
		...figura 2.	G
		...figura 3.	H





4	<p>A figura 4 traduz a imagem dada por um espelho plano do quarto da Ana.</p> <div style="text-align: center;">  <p>Figura 4</p> </div>	2 h e 35 min.	I
		9 h e 25 min.	J
	<p>Seleciona a hipótese que traduz as horas que a Ana verifica quando olha diretamente para o seu relógio.</p>	2 h e 25 min.	K

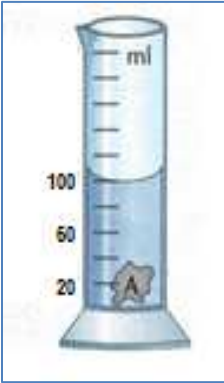
5	<p>Um atleta de marcha percorre 25 m em 20 s. O valor da rapidez média da marcha é...</p>	...0,8 m/s.	L
		...1,25 m/s.	M
		...500 m/s.	N

5.1.	<p>Apresenta todos os cálculos necessários que comprovem a opção selecionada na questão anterior.</p>
------	--

6	Uma nadadora efetuou uma prova de 50 m livres com a rapidez média de 1,97 m/s. O tempo da prova foi...	...98,5 s.	O
		...0,04 s.	P
		...24,4 s.	Q

PARTE II

7	<p>Os rótulos dos frascos onde se guardam os produtos químicos apresentam símbolos de perigos, como os que seguem:</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">a </div> <div style="text-align: center;">b </div> <div style="text-align: center;">c </div> <div style="text-align: center;">d </div> </div> <p>Qual deverá aparecer num frasco de ácido clorídrico?</p>	Símbolo de perigo a.	R
		Símbolo de perigo b.	S
		Símbolo de perigo c.	T
		Símbolo de perigo d.	W

8	<p>A figura 5 traduz um procedimento experimental realizado no 7.º ano para determinares a densidade de um sólido, através do deslocamento da água.</p> <div style="text-align: center;">  <p>Figura 5</p> </div> <p>O nome do recipiente de laboratório e do volume indicado são respetivamente...</p>	Proveta / 150 ml.	Y
		Gobelé / 100 ml.	Z
		Gobelé / 150 ml.	AA
		Proveta / 100 ml.	AB

9	Quando se divide a massa de uma determinada substância pura pelo volume que ela ocupa, estamos a calcular a...	...massa volúmica ou densidade.	AC
		...concentração.	AD
		...densidade do soluto.	AE
		...massa volúmica do solvente.	AF

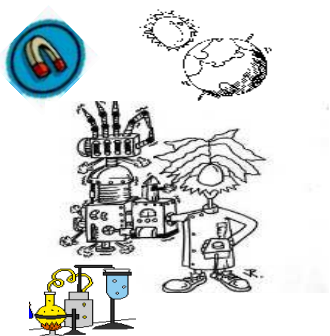
10	<p>Considera as seguintes frases:</p> <p>(A) Uma solução contém uma substância no estado líquido.</p> <p>(B) Uma solução é uma mistura heterogénea de um soluto e de um solvente.</p> <p>(C) Uma solução é uma mistura homogénea constituída por duas ou mais substâncias.</p> <p>(D) A água gaseificada é uma solução, na qual o soluto é o líquido e o solvente é o gás.</p> <p>A opção cientificamente correta é...</p>	frase (A).	AG
		frase (B).	AH
		frase (C).	AI
		frase (D).	AJ

11	<p>O zinco reage com o ácido clorídrico, segundo a seguinte equação de palavras:</p> <p>Zinco (s) + Ácido clorídrico (aq) → Cloreto de zinco (aq) + Hidrogénio (g)</p> <p>Tal significa que:</p>	ter zinco e ácido clorídrico é o mesmo que ter cloreto de zinco e hidrogénio.	AK
		o zinco e ácido clorídrico reagem, originando cloreto de zinco e hidrogénio.	AL

PARTE III

12	O fundo dos painéis solares são pintados de preto para que haja...	...maior absorção de energia.	AM
		...maior emissão de energia.	AN
		...menor incidência de energia.	AO

13	Uma possível fonte alternativa de energia para o futuro é o...	...hélio.	AP
		...gasolina.	AQ
		...vento.	AR
		...petróleo.	AS



Bom trabalho!
Professora *Maria José Quintas*

FIM

II - CARTAZ DE DIVULGAÇÃO DO CLUBE DE CFQ



CLUBE DE CFQ

ANO INTERNACIONAL DO MORCEGO

2011/2012

O QUÊ? QUANDO? COMO? PORQUÊ?

São estas as palavras preferidas dos investigadores de ciência.

Fazer ciência é uma maneira de tentar compreender o que está à nossa volta, de dar resposta aos "porquês" sobre as coisas que te surpreendem no dia a dia.

Agarra esta oportunidade e vem realizar atividades comemorativas do Ano Internacional do Morcego.



Se és aluno(a) do 8.º ano e gostas de te divertir com as experiências/ vídeos/ simuladores no âmbito das Ciências Físico-Químicas, deixa crescer o cientista que há em ti e

INSCREVE-TE junto da tua professora de CFQ



III - *PRÉ-TESTE*



AGRUPAMENTO VERTICAL DE ESCOLAS DE FRAZÃO

PRÉ-TESTE

CIÊNCIAS FÍSICO-QUÍMICAS

8.º ANO

Objetivo:

Este teste tem por objetivo diagnosticar os teus conhecimentos no âmbito do tema “Som e Audição”. Para tal, solicito que procures dar o melhor de ti e recorras a linguagem científica. Desta forma, este teste será uma peça fundamental para o sucesso na planificação das nossas atividades.

As respostas dadas serão confidenciais. Este teste destina-se apenas a apurar as tuas conceções prévias acerca do tema e a avaliar a pertinência das atividades desenvolvidas ao longo do clube de Físico Química.

Obrigado pela tua colaboração!

Professora *Maria José Quintas*

Dados pessoais do(a) investigador(a):

Idade: _____

Turma: 8.º _____

N.º: _____

Sexo: Feminino Masculino

Duração: 45 minutos

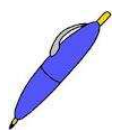
PARTE I

Lê atentamente as questões e em cada uma delas seleciona a ÚNICA cientificamente correta e caso seja pedido, justifica a tua escolha.

1	Certamente já deves ter visto algum filme do tipo “Star Wars”, onde ocorrem guerras no espaço e os confrontos entre naves produzem enormes explosões, que ouves com um estrondo imenso! Parece-te ser verdade que se ouvem estas explosões?	SIM	1
		NÃO	2

Explica a resposta à **questão 1**.

1.1.



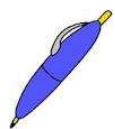
2	Em que meio o som se propaga, em geral, com maior facilidade?	No ar.	1
		Na água de uma piscina.	2
		Num meio sólido, tal como a mesa da sala de aula de CFQ.	3
		Não podemos afirmar, por não se saber a intensidade do som.	4

3	A única alternativa cientificamente correta é...	O som propaga-se em todos os meios materiais, excepto na cortiça.	1
		Embora o som se propague nos sólidos ou na água, o seu meio privilegiado de propagação é o ar e só se propaga na água, porque existe ar entre as suas partículas.	2
		O som é uma entidade com a capacidade de se movimentar, desde que não encontre obstáculos físicos a essa propagação.	3
		O som é definido como uma sensação produzida no ouvido, por uma vibração de corpos ou fluidos, que se propaga em meios elásticos, desde a fonte até ao ouvido.	4

4	A frase: "Não se consegue ouvir o eco dentro da sala, porque o som bate na parede muito depressa e o som ouve-se ao mesmo tempo " é cientificamente correta?	SIM	1
		NÃO	2

4.1.

Caso tenhas respondido “NÃO” na **questão 4**, transforma a frase, de forma a torna-la cientificamente verdadeira.



5

Na linguagem da Física, pedir o som mais alto é querer obter o mesmo som num volume superior, ou seja, aumentar a intensidade do som?

SIM

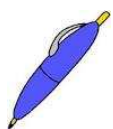
1

NÃO

2

5.1.

Caso tenhas respondido “NÃO” na **questão 5**, transforma a frase, de forma a torna-la cientificamente verdadeira.

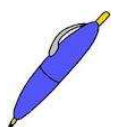


PARTE II

Lê atentamente as questões que se seguem e elabora uma resposta.

6

Ao longo do dia nós emitimos sons pelas cordas vocais, seja em conversas com familiares, amigos, etc; sendo esta a forma mais comum de comunicar entre as pessoas. Porém, quem nunca se perguntou como pode o som sair da boca de uma pessoa e chegar aos ouvidos de outra(s)? Explica como o som se propaga entre duas pessoas que conversam uma com a outra.



7

Qual a explicação do funcionamento do brinquedo (telefone de copos) representado na **figura 1**?

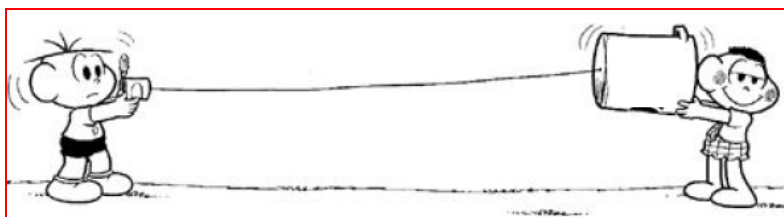
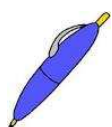


Figura 1 – Telefone de copos

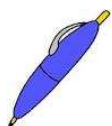


8

O principal instrumento musical do rock é a guitarra, já no grupo “Os Imparáveis” de Paços de Ferreira, o instrumento de eleição é o bombo (**figura 2**). O som produzido por esses instrumentos é inconfundível, mesmo quando emitem na mesma frequência. Qual a qualidade do som que permite distinguir o instrumento que está a ser tocado? **Justifica** a tua resposta.



Figura 2 – Bombos de Paços de Ferreira



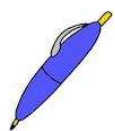
9

É comum usar-se, para o som, uma escala denominada **nível de intensidade sonora**. A sua unidade é o **decibel (dB)**, que recebeu esse nome em homenagem a Alexander Graham Bell. Nessa escala, o limiar inferior e o superior de audição correspondem, respectivamente, a 0 dB e 120 dB. A exposição constante a sons de nível de intensidades sonora acima de 90 dB pode, a longo prazo, causar danos irreversíveis ao aparelho auditivo. Na **tabela 1** apresentam-se níveis de intensidade de alguns sons do quotidiano.

Fonte sonora	Nível de intensidade sonora (dB)
Descolagem de um jato	150
Folhear	20
Concerto de rock	120
Conversação normal	60
Metro	100
Tráfego urbano	70

Tabela 1

Quais dessas fontes podem ser prejudiciais ao ouvido humano, caso fiques exposto ao som por elas emitido durante muito tempo? **Justifica** a tua resposta.

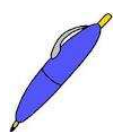


10

Ao observares a banda desenhada da **figura 3** que envolve a Mónica e o Cebolinha, será que a representação pode ser considerada cientificamente correta? Em caso afirmativo, dá uma explicação para o sucedido.

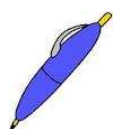


Figura 3



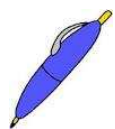
11

Muitos treinadores de cães utilizam um apito para chamar os animais. Porém, esse apito é algo “esquisito”, pois nós temos dificuldade em ouvir o som que ele produz. Explica cientificamente esse fenómeno.



12

Os morcegos são mamíferos que possuem um sistema (*ecolocalização*) que permite orientarem-se no escuro com uma precisão incrível. Dá uma explicação científica para este fenómeno físico, muitas vezes intitulado: “gritar para ver”.



13

Em 2005, um maremoto no Oceano Índico provocou um Tsunami que devastou o litoral da Tailândia. Naquela época, muitas pessoas disseram que os elefantes puderam ouvir o som provocado pelo maremoto e correram para as partes mais altas, fugindo do litoral antes da chegada das ondas gigantescas. Será possível, analisando o espectro sonoro ilustrado na **figura 4**, admitir este facto como verdadeiro? **Justifica** a tua resposta.

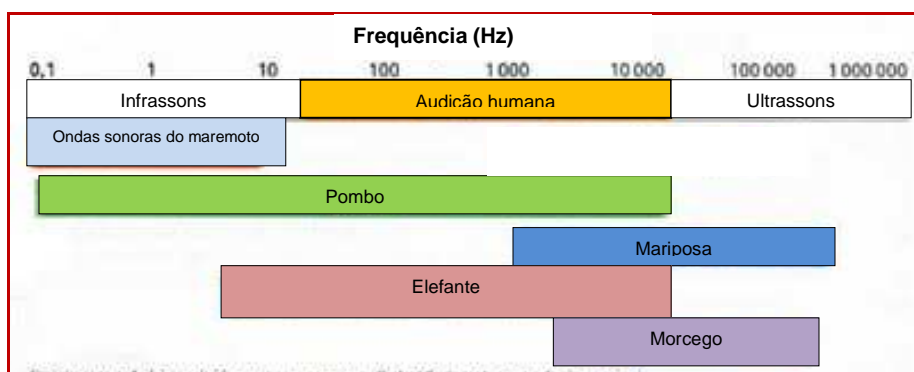
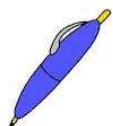


Figura 4 – Espectro sonoro



14

Certamente já te apercebeste da situação ilustrada na **figura 5**; que quando uma ambulância com a sirene ligada, se aproxima de nós o som é mais agudo e mais grave quando ela se afasta. Tenta dar uma justificação científica para este facto.

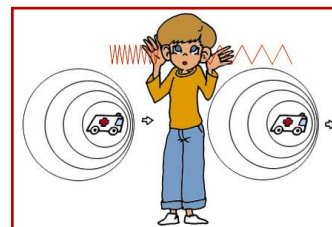
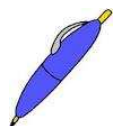


Figura 5



Se soprares no topo do gargalo de uma garrafa de vidro, contendo água no seu interior, podes fazer a garrafa emitir um som. Na verdade, usando várias garrafas com diferentes níveis de líquido no seu interior (**figura 6**), é possível tocar uma música. Como explicas a diferença dos sons emitidos pelas diferentes garrafas.

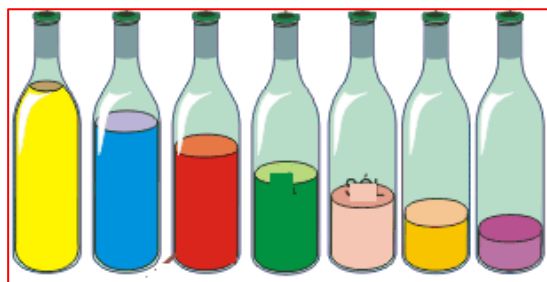
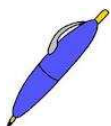


Figura 6 – Xilofone de garrafas



FIM

IV – PLANIFICAÇÃO DOS RECURSOS

<p>1.3. As características das ondas</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Distinguir ondas longitudinais de ondas transversais. • Identificar, na representação gráfica da onda, a amplitude, o comprimento de onda, o período e a frequência. • Definir amplitude, comprimento de onda, período, frequência e velocidade de propagação da onda. • Relacionar a velocidade de propagação de uma onda com a frequência, o período e o comprimento de onda. 	<p>RESE 2 – Onda periódica http://physiquecollege.free.fr/physique_chimie_college_lycee/troisieme/electricite/tension_alternative_sinusoidale.htm</p> <p>APL 3 – Visualização de características de ondas sonoras no osciloscópio.</p> <p>RESE 3 – osciloscópio virtual - http://www.virtual-oscilloscope.com/oscilloscope/index_93_english.html (TPC)</p> <p>RESE 4 – Ouvir uma única fonte sonora - http://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/sound</p> <p>APL 4 – Construção do meu minimicrofone.</p> <p>APL 5 – Como variar a altura de um som? (CLUBE DE CFQ)</p> <p>APL 6 – Intensidade de um som. (CLUBE DE CFQ)</p>
<p>1.4. Os atributos do som</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Indicar os atributos do som. 	

<p>1.5. A propagação do som e a sua velocidade</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Relacionar a intensidade do som com a amplitude da onda sonora. • Inferir que o timbre depende da forma da onda sonora. • Distinguir entre sons musicais e ruídos; • Reconhecer a propagação do som em diferentes meios; • Demonstrar que o som precisa de um meio material para se propagar; • Reconhecer que a velocidade de propagação do som depende do meio; • Determinar a velocidade de propagação do som no ar; • Relacionar distâncias 	<p>RESE 5 – O piano e os atributos do som http://physiquecollege.free.fr/physique_chimie_college_lycee/lycee/seconde/frequence_sons.htm</p> <p>APL 7 – O meu telefone de copos. (CLUBE DE CFQ)</p> <p>APL 8 – O som no espaço.</p> <p>REVE 2 – Propagação do som, com pressão do ar variável http://www.youtube.com/watch?v=rzOKLwi2OUo&feature=youtu.be - (CLUBE DE CFQ)</p> <p>APL 9 – A trovoada e o som. (CLUBE DE CFQ)</p> <p>APL 10 – Por onde viaja o som? (CLUBE DE CFQ)</p> <p>RESE 6 – Velocidade de propagação do som - http://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/sound</p> <p>RESE 7 – Ouvir com pressão do ar variável - http://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/sound</p> <p>RESE 8 – Onda numa corda – http://phet.colorado.edu/sims/wave-on-a-string/wave-on-a-string_en.html</p>
--	--	--

<p>1.6. Algumas propriedades do som</p>	<p>percorridas pelo som com a velocidade e o intervalo de tempo de propagação.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Calcular os valores de grandezas físicas que permitem determinar a velocidade do som. • Explicar o eco partindo da reflexão do som. • Distinguir os fenómenos de reflexão, refração e absorção do som. • Selecionar materiais bons e maus isoladores do som. 	<p>APL 11 – Reflexão e absorção do som. (CLUBE DE CFQ)</p> <p>APL 12 – O eco. (CLUBE DE CFQ)</p> <p>APL 13 – O meu estetoscópio. (CLUBE DE CFQ)</p> <p>APL 14 – O som do mar nas conchas: verdade ou mentira?</p> <p>APL 15 – Amplificação do som.</p> <p>REVE 3 – Onda estacionária - http://www.youtube.com/watch?v=pDkd-vO1x9k</p> <p>REVE 4 – Características do som - http://www.youtube.com/watch?v=6p7AGK4GLw8&feature=endscreen&NR=1</p> <p>APL 16 – Velocidade de propagação do som no ar.</p> <p>RESE 9 – Um exemplo do efeito Doppler - http://www.walter-fendt.de/ph14br/dopplereff_br.htm</p>
---	--	---

<p>1.7. Nós e os sons</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Descrever o nível sonoro, usando a escala decibel. • Indicar o limite máximo e mínimo de audibilidade. • Reconhecer níveis sonoros prejudiciais à saúde. • Situar os sons audíveis no espectro sonoro. • Identificar e descrever sumariamente aplicações do som no dia a dia. 	<p>APL 17 – A Física, o som e a qualidade de vida. (CLUBE DE CFQ)</p> <p>APL 18 – Avalia a tua audição. (CLUBE DE CFQ)</p> <p>RESE 10 – Régua de som interativo - http://www.nidcd.nih.gov/health/education/decibel/pages/decibel.aspx (CLUBE DE CFQ)</p> <p>RESE 11 – Onda sonora interativa (Aviões Supersónicos): http://www.grc.nasa.gov/WWW/K-12/airplane/sndwave.html</p> <p>REVE 5 – Ressonância num pêndulo – http://www.youtube.com/watch?v=00dNfpQksco</p> <p>REVE 6 – Interferência, ressonância e batimentos - http://www.youtube.com/watch?v=UitcHO8PYt8</p> <p>REVE 6.1. – Tubos de som</p> <p>http://www.youtube.com/watch?v=T5o-SAHdlnI&feature=related</p> <p>http://www.youtube.com/watch?v=xz3slGyRAj8&feature=related</p>
---------------------------	---	---

		<p>REVE 7 – Efeito Doppler - http://www.youtube.com/watch?v=8XcJf4rOefE</p> <p>TRADUÇÃO DE VÍDEOS EM INGLÊS:</p> <p>RTVE 1 – O efeito de Doppler - http://www.youtube.com/watch?v=-t63xYSgmKE&feature=related</p> <p>RTVE 2 – O efeito de Doppler - http://www.youtube.com/watch?v=ZPJyYaXhuv4&feature=endscreen&NR=1</p>
--	--	---



AGRUPAMENTO VERTICAL DE ESCOLAS DE FRAZÃO

ESCOLA E.B. 2,3 DE FRAZÃO

CLUBE DE CIÊNCIAS FÍSICO-QUÍMICAS



APL1 – OS SONS COMO RESULTADO DAS VIBRAÇÕES

QUESTÃO MOTIVADORA

- ✓ Como se produz um som?

FINALIDADES

- ✓ Identificar a verdadeira origem de diversas fontes sonoras.
- ✓ Compreender como se propaga o som.

PROCEDIMENTO

Parte A:

- ✓ Suspende uma pequena bola de esferovite por um fio fino.
- ✓ Aproxima o diapasão à bola (**figura 1**).
- ✓ Regista as tuas **observações**.



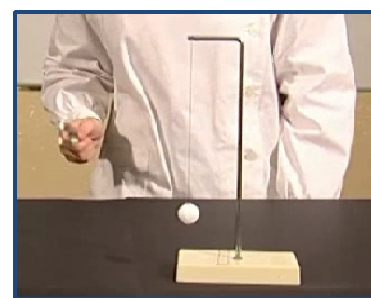


Figura 1

- ✓ Encosta o diapasão à bola de esferovite, após este ter sido percutido com um martelo apropriado.
- ✓ Regista as tuas **observações**.



Parte B:

- ✓ Coloca no interior de um copo com água o diapásão a vibrar, tal como indicado na **figura 2**.
- ✓ Regista as tuas **observações**.



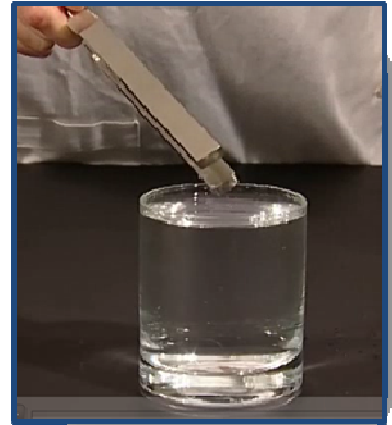


Figura 2

Parte C:

- ✓ Faz uma espécie de tambor, tal como indicado na **figura 3**.



Figura 3

- ✓ Polvilha a superfície de plástico com açúcar, com o auxílio de uma espátula.
- ✓ Segura o tabuleiro de metal perto do tambor e dá uma pancada com uma colher de pau (**figura 4**).



Figura 4

- ✓ Regista as tuas **observações**.



Parte D:

- ✓ Aproxima cuidadosamente uma vela acesa de uma coluna de uma aparelhagem de som desligada e seguidamente liga a aparelhagem (**figura 5**).



Figura 5

- ✓ Regista as tuas **observações**.



CONCLUSÕES

1. O que há em comum em todas as experiências realizadas?



2. Qual a origem do som em cada uma das experiências?



3. Explica em linguagem científica como ocorreu a propagação do som na experiência da **parte B**.



4. Explica em linguagem científica como ocorreu a propagação do som na experiência da **parte C**.



5. Quando falamos, as nossas cordas vocais (fibras elásticas situadas na laringe) vibram, provocando a vibração do ar contido na boca. Experimenta encostar as pontas dos dedos na parte da frente da garganta e entoar as diversas vogais: “a”, “e”, “i”, “o”, “u”. O que sentiste? A sensação foi a mesma para todas as vogais?



PARA SABER MAIS...

Se te consideras um(a) verdadeiro(a) investigador(a) de ciência e “vibras” com os assuntos alusivos ao estudo do som, então consulta as páginas 8 e 9 do teu manual (Física e Química na Nossa Vida – Porto Editora) e vê com atenção o vídeo que consta na página da internet, com o seguinte URL: <http://www.youtube.com/watch?v=cBznBmssxE4>. De seguida, responde às questões que te são colocadas.

6. O que fez o Mago da Física para sentir a vibração da onda sonora, que resultou da oscilação de um diapasão?



7. O que observaste, no resultado da filmagem em camara lenta, quando o diapasão em oscilação foi imerso num recipiente com água?





AGRUPAMENTO VERTICAL DE ESCOLAS DE FRAZÃO

ESCOLA E.B. 2,3 DE FRAZÃO

CLUBE DE CIÊNCIAS FÍSICO-QUÍMICAS



APL 2 – ARRANJA UMA ORELHA MELHOR

QUESTÃO MOTIVADORA

Os morcegos conseguem captar melhor os sons do que o próprio Homem. Pensa na fisionomia das orelhas deste mamífero.

Como poderás arranjar uma “orelha” melhor para ti?

FINALIDADES

- ✓ Compreender a propagação do som e a fisionomia da orelha de alguns seres vivos.

PROCEDIMENTO

- ✓ Corta uma cartolina enrolada em forma de cone e prende-a com fita-cola, de forma a construíres a tua nova “orelha”.
- ✓ Liga e desliga uma fonte sonora, sempre à mesma distância, com e sem a tua nova “orelha” (**Figura 1**).



Figura 1

- ✓ A tua audição melhorou com a tua nova “orelha”? Descreve as diferenças sentidas.



CONCLUSÕES

1. Explica, recorrendo a linguagem científica, o que concluíste com a realização desta experiência.



2. O que aconteceria aos humanos, em termos **acústicos**, se tivessem orelhas semelhantes às dos morcegos? (Tenta utilizar uma linguagem científica).



3. Completa as seguintes frases com algumas das palavras-chave.



- ✓ A corneta **capta** os sons e dirige-os para dentro do teu _____, fazendo-te ouvir _____.
- ✓ Quando **gritamos** na corneta, ela concentra a _____ e não deixa que ela se “perca” rapidamente.

Palavras-chave:

- ✓ Energia sonora
- ✓ Pior
- ✓ Melhor
- ✓ Ouvido

4. Conheces outro(s) animal(ais) que também possua(m) orelhas maiores que os humanos? Qual(ais)?



PARA SABER MAIS...

Se te consideras um(a) verdadeiro(a) investigador(a) de ciência e “vibras” com os assuntos alusivos à transmissão do som ao cérebro, então vê com atenção o filme que consta na página da internet, com o seguinte URL:

✓ <http://www.youtube.com/watch?v=rFuwPihOsw4>

5. Após a visualização do filme, procura ordenar a sequência da percepção/ compreensão do som por parte do cérebro e posteriormente descobre a palavra mistério.

Letras a ordenar	Sequência de percepção/ compreensão do som por parte do cérebro
T	Percepção das vibrações e transmissão dos impulsos.
A	O ouvido externo capta sons que não passam de vibrações.
S	Libertação dos neurotransmissores para o impulso do nervo auditivo.
C	Concentração das mensagens dos iões de sódio (Na^+), para a transmissão de impulsos sonoros.
I	Compreensão por parte do cérebro, da informação recebida.
Ú	Os iões de sódio (Na^+) ajudam os neurotransmissores.
A	Chegada dos impulsos ao nervo auditivo.
C	Chegada da mensagem ao nervo auditivo (8.º nervo).



Palavra mistério: _____



AGRUPAMENTO VERTICAL DE ESCOLAS DE FRAZÃO

ESCOLA E.B. 2,3 DE FRAZÃO

CLUBE DE CIÊNCIAS FÍSICO-QUÍMICAS



APL 3 – VISUALIZAÇÃO DE CARACTERÍSTICAS DAS ONDAS SONORAS COM O OSCILOSCÓPIO

QUESTÃO MOTIVADORA

Imagina que a diretora da escola, perante a saída não autorizada de alguns alunos, te pedia para lhe sugerires uma forma alternativa aos cartões eletrónicos dos alunos, como técnica de identificação. Uma dessas formas poderia ser pela voz.

Como será possível reconhecer uma pessoa pela voz usando um osciloscópio?

FUNDAMENTO TEÓRICO

O osciloscópio é um instrumento eletrónico de medida. Normalmente, o seu eixo horizontal, no ecrã, representa o tempo e o eixo vertical representa a intensidade do sinal elétrico detetado por ele. É um instrumento útil para mostrar e estudar sinais periódicos, uma vez que podemos visualizar no ecrã um sinal elétrico com as mesmas características da onda sonora.

FINALIDADE

✓ Estudar a relação entre as propriedades do som e as características das ondas sonoras visualizadas no ecrã de um osciloscópio.

MATERIAL

- ✓ Osciloscópio.
- ✓ Gerador de sinais.
- ✓ Coluna de som.
- ✓ Microfone.

PROCEDIMENTO

Parte A:

- ✓ Liga uma coluna de som à saída do gerador de sinais e ouve o som emitido, correspondente à frequência produzida pelo gerador (**figura 1**).



Figura 1

- ✓ Visualiza a onda sonora no ecrã do **osciloscópio**, ligando a saída do gerador a uma das entradas do osciloscópio.
- ✓ Ajusta a base de tempo do osciloscópio até obteres no ecrã uma onda sinusoidal (**Figura 2**).

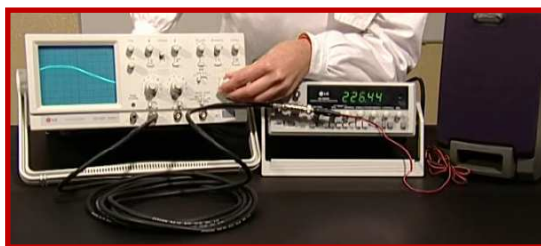



Figura 2

- ✓ Descreve o que se observas no ecrã.


Descrição das observações:

 _____

Representação gráfica:

- ✓ **Aumenta a frequência** do sinal no gerador.
- ✓ Descreve o que se observas no ecrã.

Descrição das observações:

 _____

Representação gráfica:

- ✓ Compara as duas observações anteriores e relaciona-as com o facto de termos modificado a grandeza física: **frequência do som** e o atributo do som: **altura**.




- ✓ Diminui a **amplitude** do sinal, ou seja a diferença de potencial do sinal de saída do gerador (**figura 3**).

Figura 3



- ✓ Descreve o que se observas no ecrã.

Descrição das observações:



Representação gráfica:

- ✓ Compara as duas observações anteriores e relaciona-as com o facto de teres modificado a **intensidade do som**.



Parte B:


- ✓ Liga o **microfone** ao **osciloscópio**.
- ✓ Pronuncia sucessivamente as vogais (**figura 4**).



Figura 4

- ✓ Regista as tuas observações.

Descrição das observações:




Representação gráfica:

Parte C:

- ✓ Repete o procedimento descrito na parte B, mas com **outro colega**.
- ✓ Regista as tuas observações.

Descrição das observações:



Representação gráfica:

CONCLUSÕES

1. Completa as seguintes frases com algumas das palavras-chave.



- ✓ As ondas visualizadas no ecrã do osciloscópio, quando se ligou o gerador de sinais, com uma frequência conhecida, correspondem a um som _____. São ondas com uma só frequência.
- ✓ O microfone capta o som produzido pelas _____. A membrana, no interior do microfone, _____ por ação da _____, convertendo essa _____ num sinal elétrico, no osciloscópio. Este sinal elétrico tem as mesmas características da onda sonora.

Palavras-chave:

- ✓ Puro
- ✓ Complexo
- ✓ Diapasão
- ✓ Martelo
- ✓ Onda sonora
- ✓ Vibra
- ✓ Variação da pressão
- ✓ Cordas vocais

2. Compara a onda elétrica (com propriedades equivalentes à onda sonora) que se observou no osciloscópio quando se fez variar a **frequência** do gerador (**parte A**). O som ouvido sofreu alterações?



3. Compara a onda elétrica (com propriedades equivalentes à onda sonora) que se observou no osciloscópio quando se fez variar a **amplitude** do sinal emitido pelo gerador (**parte A**). O som ouvido sofreu alterações?





4. Estabelece a **correspondência** entre cada item da coluna I e um ou mais da coluna II.

Coluna I	
1.	Altura
2.	Intensidade
3.	Timbre
4.	Som mais forte
5.	Som mais fraco

Coluna II	
a.	Amplitude
b.	Frequência
c.	Período
d.	Menor amplitude
e.	Maior frequência
f.	Maior amplitude
g.	Menor frequência

Coluna I	1	2	3	4	5
Coluna II					

5. Será possível identificar uma pessoa pela sua voz, sem a ouvir? **Justifica** a tua resposta, utilizando linguagem científica.





AGRUPAMENTO VERTICAL DE ESCOLAS DE FRAZÃO

ESCOLA E.B. 2,3 DE FRAZÃO

CLUBE DE CIÊNCIAS FÍSICO-QUÍMICAS



APL 4 – CONSTRUÇÃO DO MEU MINIMICROFONE

QUESTÃO MOTIVADORA

Certamente usas com frequência um microfone para falares com os teus amigos no *skype*.

Porém, já te questionaste sobre como poderias construir o teu próprio mini microfone, com a ajuda de alguns equipamentos elétricos do dia a dia?

FUNDAMENTO TEÓRICO

O **microfone (figura 1)** é um dispositivo que, quando inserido num circuito elétrico fechado, permite transformar vibrações mecânicas, resultantes de ondas de pressão sonoras sobre uma membrana elástica, em corrente elétrica alternada.

O **altifalante (figura 1)**, por sua vez, inserido num circuito elétrico fechado, transforma a corrente elétrica alternada em vibrações mecânicas, reconstruindo o sinal sonoro.



Figura 1 – Altifalante para computador com microfone flexível

FINALIDADES

- ✓ Construir e compreender o funcionamento de um minimicrofone.

MATERIAL

- ✓ Minas de grafite.
- ✓ Caixa de fósforos.
- ✓ Altifalante.
- ✓ Pilhas (4,5 V).*
- ✓ Fios elétricos com crocodilos.

*caso não encontres estas pilhas no supermercado, opta por ligares em série três pilhas de 1,5 V.

PROCEDIMENTO

- ✓ Esvazia a caixa de fósforos.
- ✓ Com o lápis, faz dois orifícios de cada lado, a cerca de 3 cm um do outro. Assegurar-te que os orifícios ficam alinhados;
- ✓ Parte duas minas até ficarem cerca de 1 cm mais longas que a caixa e insere-as nos orifícios. Para ser mais fácil, apara as pontas das minas com uma tesoura.
- ✓ Coloca a terceira mina perpendicular às outras duas, sem tocar na caixa (**figura 2**). Faz algumas marcas na horizontal.

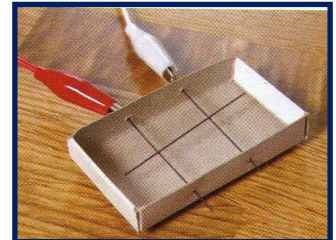


Figura 2

- ✓ Com o auxílio dos fios elétricos, constrói o circuito elétrico, tal como indicado na **figura 3** (liga a pilha a uma das minas exteriores e à ficha do auscultador; liga a outra mina à ficha do auscultador).

Aviso: Não tenhas o circuito ativo por muito tempo.

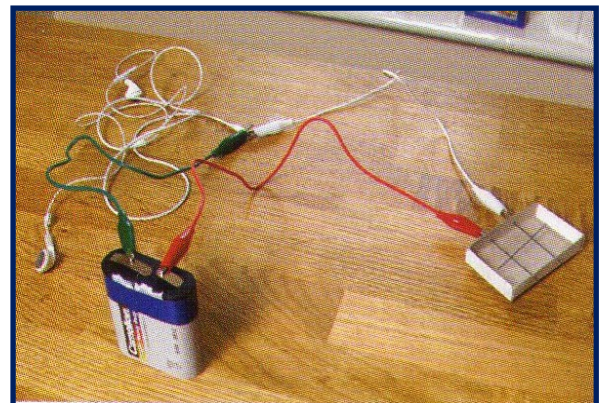


Figura 3

- ✓ Pede a um amigo para colocar os auscultadores e experimenta falar para a caixa (**figura 4**).



Figura 4

CONCLUSÕES

1. **Completa** as seguintes frases, com as palavras-chave.



✓ Quando se **fala** para a caixa de fósforos, o ar atmosférico em nosso redor _____ milhares de vezes por segundo, _____ essas que se propagam até chegar às minas. As várias compressões de _____ pressão e rarefações de _____ pressão, fazem variar a corrente elétrica que flui através das minas, a partir da pilha. São estas **variações de corrente** que o _____ convertem em _____.

Palavras-chave:

- ✓ Som
- ✓ Vibrações
- ✓ Alta
- ✓ Baixa
- ✓ Vibra
- ✓ Altifalante

2. O que deverá acontecer quando se colocam mais minas de grafite? O som será “afetado”?



PARA SABERES MAIS...

Se és um(a) investigador(a) curioso(a) e não queres perder a oportunidade de saber um pouco mais sobre a constituição e funcionamento do microfone, então desafio-te a explorares com atenção o vídeo presente na internet, com o seguinte URL:
<http://www.youtube.com/watch?v=6RNn2lx7GNc>.

3. Elabora uma resposta, por palavras tuas e recorrendo a uma linguagem científica, como é **constituído** e como **funcionam** os microfones que usas frequentemente para falares com os teus amigos no “Skype”.





AGRUPAMENTO VERTICAL DE ESCOLAS DE FRAZÃO

ESCOLA E.B. 2,3 DE FRAZÃO

CLUBE DE CIÊNCIAS FÍSICO-QUÍMICAS



APL 5 – COMO VARIA A ALTURA DE UM SOM?

QUESTÃO MOTIVADORA

Nos instrumentos musicais, as notas são produzidas por vibrações das quais podem resultar sons altos (agudos) e sons baixos (graves).

Como poderás construir instrumentos rudimentares, para avaliares que características da fonte sonora se relacionam com a altura do som?

FINALIDADE

- ✓ Relacionar as características dos instrumentos musicais com a altura do som emitido.

PROCEDIMENTO

Parte A – Xilofone (instrumento musical de percussão)

- ✓ Percute um xilofone com um martelo (**figura 1**);
- ✓ Observa e registar o que acontece.





Figura 1 – Xilofone

- ✓ Explica com linguagem científica como varia a **altura do som** emitido com o **comprimento da** **madeira**.



Parte B – O meu instrumento musical de corda

- ✓ Enrola um elástico **fino e estica-o** bem à volta de um retângulo de madeira (**figura 2**).
- ✓ Coloca entre eles dois lápis, de forma a ficarem bem esticados.
- ✓ Desvia o elástico da posição de equilíbrio, de forma a fazê-lo vibrar e ouve atentamente o som produzido (**figura 3**).
- ✓ Coloca os lápis mais próximos, de modo a diminuir o comprimento do elástico que vai vibrar e ouve novamente o som resultante (**figura 4**).

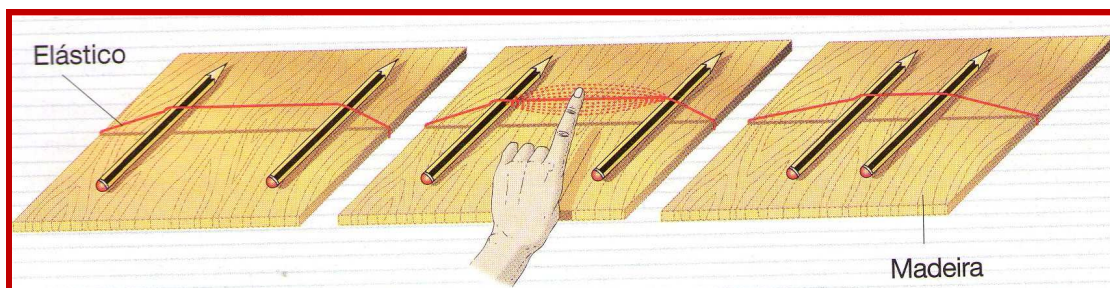


Figura 2

Figura 3

Figura 4

- ✓ Regista o que ouviste e observaste.



- ✓ Repete o procedimento anterior, mas agora substituindo o elástico fino e esticado por um **fino e solto** e outro **grosso e solto**.

- ✓ Regista as tuas observações.



- ✓ Regista as tuas observações no **quadro 1**, usando para tal as seguintes designações: **“agudo/ grave”**.

ELÁSTICO...					
menor comprimento	maior comprimento	solto	esticado	fino	grosso

Quadro 1

Parte C – O meu xilofone de sopro

- ✓ Numera 7 garrafas de igual capacidade e coloca-as em cima da bancada de laboratório.
- ✓ Deita em cada uma delas soluções coradas até uma altura diferente, de forma a obteres colunas de ar de comprimentos diferentes sobre as soluções (**figura 5**).

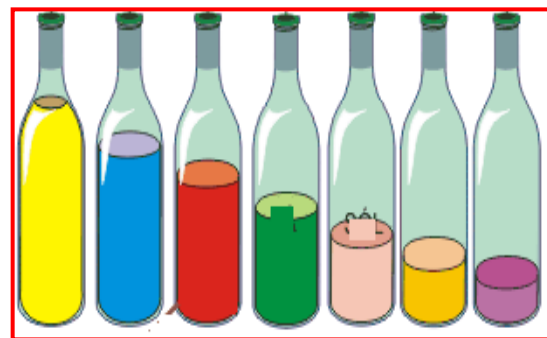


Figura 5

- ✓ Sopra junto da extremidade de cada uma das 7 garrafas.
- ✓ Regista as observações efetuadas.



CONCLUSÕES



Parte A – Xilofone (instrumento musical de percussão)

1. Completa as seguintes frases com algumas das palavras-chave.

Quanto menor o comprimento das ripas de madeira,
_____ é a altura do som produzido, ou
seja, mais _____ ele é.

Quanto maior o comprimento das ripas de madeira,
_____ é a altura do som produzido, ou
seja, mais _____ ele é.

Palavras-chave:

- ✓ Grave
- ✓ Menor
- ✓ Maior
- ✓ Agudo.
- ✓ Alto
- ✓ Baixo
- ✓ Forte
- ✓ Fraco

Parte B – O meu instrumento musical de corda

2. Completa as frases seguintes, utilizando algumas das palavras-chave.

- ✓ Quanto _____ é o comprimento e a _____ do elástico que vibra, mais _____ ou _____ é o som.
- ✓ Quanto _____ esticado estiver o elástico, mais _____ ou _____ é o som.
- ✓ A _____ do som produzido pela vibração de um elástico relaciona-se com o comprimento, a espessura e a tensão do elástico.

Palavras-chave:

- ✓ Grave
- ✓ Menor
- ✓ Maior
- ✓ Agudo.
- ✓ Altura
- ✓ Baixo
- ✓ Alto
- ✓ Comprimento
- ✓ Esticado
- ✓ Espessura
- ✓ Fino
- ✓ Solto
- ✓ Grosso

3. Explica, recorrendo a linguagem científica, por que motivo uma viola da terra, tal como a indicada na **figura 6**, possui cordas de diferente espessura e cravelhas na sua cabeça.



Figura 6

Parte C – O meu xilofone de sopra

4. Completa as frases seguintes, utilizando algumas das palavras-chave.


- ✓ Quanto menor o comprimento da coluna de ar, _____ é a altura do som produzido, ou seja, mais _____ ele é.
- ✓ Quanto maior o comprimento da coluna de ar, _____ é a altura do som produzido, ou seja, mais _____ ele é.

Palavras-chave:


- ✓ Grave
- ✓ Menor
- ✓ Maior
- ✓ Agudo.
- ✓ Alto
- ✓ Baixo
- ✓ Forte
- ✓ Fraco

Conclusões finais:


5. Por que há sons agudos e sons graves?

 _____

6. Na linguagem da Física, pedir o som mais alto é querer obter o mesmo som num volume superior, ou seja, aumentar a intensidade do som? **Justifica** a tua resposta.

 _____

7. Explica as diferenças entre as cordas vocais das raparigas e dos rapazes, tendo por base a imagem da **figura 7** e de seguida, compara as características dos sons emitidos.

 _____

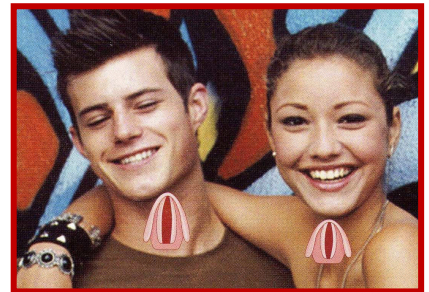



Figura 7

PARA SABERES MAIS


Se és um(a) investigador(a) curioso(a) e não queres perder a oportunidade de saber um pouco mais sobre a caracterização e atributos do som, então desafio-te a explorar com atenção o vídeo presente na internet, com o seguinte URL:

✓ <http://www.youtube.com/watch?v=6p7AGK4GLw8>

8. Qual a grandeza física que varia para as diferentes notas musicais?

 _____

9. Qual o valor da frequência do Dó central?

 _____



AGRUPAMENTO VERTICAL DE ESCOLAS DE FRAZÃO

ESCOLA E.B. 2,3 DE FRAZÃO

CLUBE DE CIÊNCIAS FÍSICO-QUÍMICAS



APL 6 - INTENSIDADE DE UM SOM

QUESTÃO MOTIVADORA

O som produzido pelo motor de um avião é completamente diferente do som produzido pelo dedilhar das cordas de uma viola. Para além disso, o som produzido pelo motor do avião ouve-se muito bem, mesmo que estejamos bastante afastados dele. Pelo contrário, o som produzido pelo dedilhar das cordas de uma viola só se ouve se estivermos muito próximos dela. **Como poderemos explicar tal fenómeno?**

FINALIDADES

- ✓ Relacionar a intensidade do som emitido com a amplitude das ondas sonoras.
- ✓ Distinguir sons fortes de fracos.

PROCEDIMENTO

Parte A – Intensidade de um som emitido por uma corda de guitarra

- ✓ Percute uma corda da guitarra, fazendo-a vibrar em torno da sua posição de equilíbrio (**figura 1**).
- ✓ Procede de igual forma, exercendo uma força de maior intensidade, na mesma corda.



Figura 1

- ✓ Observa e regista o que acontece.



- ✓ Explica, recorrendo a linguagem científica, como varia a **intensidade sonora** com a intensidade da **força aplicada** na corda.



Parte B – Tambor

- ✓ Coloca grãos de arroz em cima da pele de um tambor.
- ✓ Percute o tambor, fazendo variar a intensidade da força aplicada (**figura 2**).



Figura 2

- ✓ Observa e regista o que acontece.



- ✓ Por que razão saltam os grãos de arroz?



- ✓ Relaciona a **amplitude de vibração** com os **saltos dos grãos** de arroz e a força com que se percutiu a pele do tambor.



- ✓ Classifica os sons obtidos em **fortes** e **fracos** e relaciona-os com a **força exercida na pele** do tambor.



CONCLUSÕES

1. Completa as seguintes frases utilizando algumas das palavras-chave.



Quanto maior a intensidade da força aplicada, maior será a _____ transferida para o instrumento musical. Por isso a _____ de vibração será _____ e o som produzido será mais _____.

Palavras-chave:

- ✓ Maior
- ✓ Menor
- ✓ Energia
- ✓ Intensidade
- ✓ Intenso
- ✓ Forte

2. Após a realização desta APL explica, recorrendo a linguagem científica, a seguinte expressão: **“Aumenta o volume da aparelhagem de som”**.



3. Responde à questão motivadora que te foi formulada no início da APL.



PARA SABERES MAIS

Se és um(a) investigador(a) curioso(a) e não queres perder a oportunidade de saber um pouco mais sobre a caracterização e atributos do som, então desafio-te a explorares com atenção a animação “Sound” (**figura 3**), presente na internet, com o seguinte URL:

<http://phet.colorado.edu/en/simulation/wave-interference>

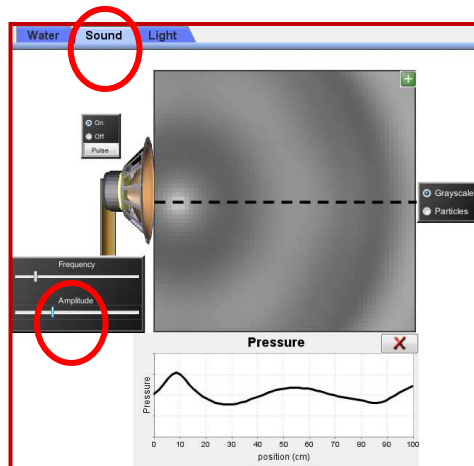


Figura 3

4. Regista as alterações observadas na onda sonora e no gráfico da pressão em função do tempo, quando se faz variar a **amplitude** (figura 2). **Justifica as tuas observações.**





AGRUPAMENTO VERTICAL DE ESCOLAS DE FRAZÃO

ESCOLA E.B. 2,3 DE FRAZÃO

CLUBE DE CIÊNCIAS FÍSICO-QUÍMICAS



APL 7 – O MEU TELEFONE DE COPOS

QUESTÃO MOTIVADORA

O telefone é feito para reproduzir o som à distância. **Mas como é possível transmitir o som com um telefone de copos ligados por um fio?**

FINALIDADES

- ✓ Construir um telefone de copos para a comunicação com os amigos.
- ✓ Relacionar a velocidade de propagação do som em diferentes meios.

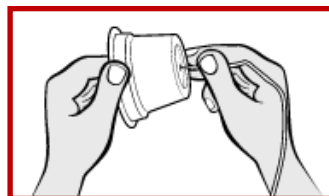
MATERIAL

- ✓ Dois copos de iogurte.
- ✓ Fio.
- ✓ Dois cliques.
- ✓ Agulha.

PROCEDIMENTO

- ✓ Usa uma agulha para fazeres um orifício no centro da parte inferior de cada copo de iogurte (**figura 1**). (Se usares latas, pede a um adulto para fazer um furo com um martelo e um prego).

Figura 1



- ✓ Com a tesoura, corta um pedaço de corda com cerca de 15 metros de comprimento.
- ✓ Introdz cada uma das extremidades do fio nos orifícios dos copos de iogurte e coloca nas pontas do fio um clipe (**figura 2**).



Figura 2

- ✓ Transmite uma mensagem ao teu amigo através do telefone de copos: enquanto um fala o outro ouve (**figura 3**).



Figura 3

- ✓ Será que o som “muda” quando o **fio** passa de bem **esticada** a **solto**? **Justifica**, recorrendo a linguagem científica, o sucedido.



CONCLUSÕES

1. Onde é que o som se propaga melhor: através do **ar** ou através do **fio**? **Explica** porquê.



2. Formula uma resposta, cientificamente correta, para a questão motivadora.



PARA SABERES MAIS

Se és um(a) investigador(a) curioso(a), então consulta a página da internet, com o seguinte URL: <http://www.cienciaviva.pt/projectos/inventions2003/eca.asp> e responde, por palavras tuas, às seguintes questões.

3. Como evoluíram os meios de comunicação?



4. Quem inventou o telefone?



5. Quais são as vantagens da utilização do telefone?



6. Como seria a nossa vida sem telefone?





AGRUPAMENTO VERTICAL DE ESCOLAS DE FRAZÃO

ESCOLA E.B. 2,3 DE FRAZÃO

CLUBE DE CIÊNCIAS FÍSICO-QUÍMICAS



APL 8 – O SOM NO ESPAÇO

QUESTÃO MOTIVADORA

Certamente já deves ter visto algum filme do tipo “*Star Wars*”, onde ocorrem guerras no espaço e os confrontos entre naves produzem enormes explosões, que ouves com um estrondo imenso!

Parece-te ser verdade que se ouvem estas explosões?

FINALIDADE

- ✓ Compreender as condições necessárias para haver propagação do som.

FUNDAMENTO TEÓRICO

Conceptualmente, **vácuo** é uma região onde não existe matéria, ou seja, “espaço onde não existem moléculas nem átomos”. Fala-se, por exemplo, do vácuo no **espaço** quando se está fora da atmosfera terrestre onde existem muito poucas partículas. Habitualmente diz-se, em Física, que trabalhar em condições de vácuo é ter um recipiente fechado do qual a maior parte da matéria gasosa foi retirada (evacuada) e cuja pressão é muito inferior à pressão atmosférica.

Devido a estas propriedades, existem alguns fenómenos alusivos ao som, que ocorrem no vácuo.

MATERIAL

- ✓ Uma bomba de vácuo.
- ✓ Uma campânula de vidro.
- ✓ Uma base.
- ✓ Um despertador ou campainha.
- ✓ Um balão.

PROCEDIMENTO

- ✓ Liga a bomba de vácuo (**figura 1**) à base (**figura 2**).



- ✓ Coloca o despertador em cima da base, previamente programado para despertar.
- ✓ Coloca a campânula, de forma a ficar bem vedada.
- ✓ Liga a bomba de vácuo (**figura 3**).



Figura 3

- ✓ O que observas, à medida que se vai **extraíndo o ar** de dentro da campânula?



- ✓ Procede de igual forma, mas desta vez substitui o despertador por um **balão de borracha**.
- ✓ O que acontece ao **balão**, à medida que se vai extraíndo o ar de dentro da campânula?



CONCLUSÕES

1. O que podes concluir acerca da propagação do som? **Justifica** a tua resposta.



2. Completa as seguintes frases, com algumas das palavras-chave.



✓ Quando se coloca o despertador dentro da campânula de vidro e em vácuo, _____ o toque do despertador. Isto acontece porque o ar existente na campânula foi _____ quando se ligou a bomba de vácuo. Desta forma, deixou de existir _____ para o som se propagar.

✓ No caso do balão, como o ar dentro deste está à pressão normal e o ar dentro da campânula está a uma pressão bastante _____ baixa, o balão _____.

Palavras-chave:

- ✓ Encheu
- ✓ Esvaziou
- ✓ Não ouvimos
- ✓ Ouvimos
- ✓ Mais
- ✓ Menos
- ✓ Meio
- ✓ Adicionado
- ✓ Retirado.

3. Formula uma resposta, recorrendo a linguagem cientificamente correta, para a questão motivadora.



PARA SABERES MAIS

Se és um(a) investigador(a) curioso(a) e gostarias de ver o *trailer* do episódio IV do filme “**Star Wars**”, então aqui fica uma sugestão com o URL da internet:
<http://www.youtube.com/watch?v=9gvqpFbRKtQ>

4. Imagina-te como o(a) realizador(a) deste filme e **sugere algumas alterações**, de forma a eliminar as situações que traduzem incorreções científicas.





AGRUPAMENTO VERTICAL DE ESCOLAS DE FRAZÃO

ESCOLA E.B. 2,3 DE FRAZÃO

CLUBE DE CIÊNCIAS FÍSICO-QUÍMICAS



APL 9 – A TROVOADA E O SOM

QUESTÃO MOTIVADORA

Quando ouves o som de uma trovoada, normalmente ela está mais longe do que imaginas.

Como poderás calcular a distância a que te encontras dos relâmpagos?

FINALIDADES

- ✓ Comparar a velocidade de propagação do som e da luz.
- ✓ Determinar a que distância nos encontramos dos relâmpagos, num dia de trovoada.

PROCEDIMENTO

- ✓ Olha pela janela e verifica se está a trovejar.
- ✓ Em caso negativo, analisa o vídeo da internet com o seguinte URL:
<http://www.youtube.com/watch?v=TsRc5G5gFfk>
- ✓ Com auxílio de um termómetro, mede a temperatura do ar (T_{ar}).
- ✓ Procura cronometrar, com um relógio, o intervalo de tempo (Δt) desde o instante em que vês o relâmpago até que ouves o trovão.

- ✓ **Regista** os respetivos dados. ($T_{ar} =$ _____; $\Delta t =$ _____)

- ✓ **Determina a distância** a que a pessoa que fez a filmagem se encontrava do relâmpago. Para tal, consulta o **quadro 1** e considera que a temperatura do ar, no instante na filmagem é igual à que tu também registaste.

Velocidade de propagação do som (m/s)	Temperatura (°C)
330	0
333	5
337	10
340	15
342	20

Quadro 1.



Dados:

$\Delta t =$ _____

$T_{ar} =$ _____

Cálculo da distância, expressa na unidade do Sistema Internacional (SI), a que se encontra o relâmpago:

CONCLUSÕES

1. É a **luz** ou é o **som** que se propaga com maior velocidade? **Justifica** a tua resposta, recorrendo a linguagem científica.



2. Formula uma resposta, recorrendo a linguagem científica, para a **questão motivadora**.





AGRUPAMENTO VERTICAL DE ESCOLAS DE FRAZÃO

ESCOLA E.B. 2,3 DE FRAZÃO

CLUBE DE CIÊNCIAS FÍSICO-QUÍMICAS



APL 10 – POR ONDE VIAJA O SOM?

QUESTÕES MOTIVADORAS

Quando tapas as orelhas com as mãos quase deixas de ouvir.

Será sempre assim? Como viaja o som em diferentes materiais?

FINALIDADE

- ✓ Explicar a propagação do som em diferentes meios.

MATERIAL

- ✓ Colher de sopa.
- ✓ Cadeira.
- ✓ Tesoura.
- ✓ Fio.

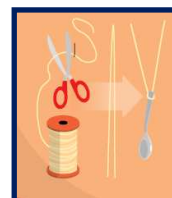


Figura 1

PROCEDIMENTO

- ✓ Corta 1 metro de fio, dobra-o ao meio e ata-o à colher, como mostra a figura 2.

Figura 2



- ✓ Enrola cada uma das extremidades do fio nas mãos (figura 3).

Figura 3



- ✓ Pendura a colher pelos fios e, balançando, experimenta batê-la contra as costas de uma cadeira (**figura 4**).

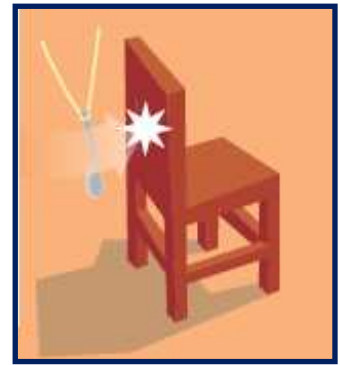


Figura 4

- ✓ **Ouviste** algum som inesperado? Dá a tua explicação.



- ✓ Tapa as orelhas de modo a que o fio toque nestas e que a colher fique pendurada (**figura 5**).



Figura 5

- ✓ Move a cabeça, para a **colher bater** contra as **costas de uma cadeira**.

- ✓ O **som será igual** ao que ouviste anteriormente?



CONCLUSÕES

1. **Completa** as seguintes frases com algumas das palavras-chave, de forma a torná-las cientificamente corretas:



Há som quando os objetos _____.
Conseguimos ouvir o som porque as
_____ “viajam” pelo _____, desde o
objeto a _____ até ao _____.

As _____ “viajam” mais facilmente nos
_____ do que nos _____ ou
_____.

Ouviste _____ o som da colher a bater
quando colocaste as mãos nas orelhas porque as
_____ “viajam” através de objetos
_____, até ao teu _____.

Palavras-chave:

- ✓ Sólidos
- ✓ Líquidos
- ✓ Gases
- ✓ Vibram
- ✓ Vibrações
- ✓ Ouvido
- ✓ Orelha
- ✓ Vibrar
- ✓ Fio
- ✓ Colher
- ✓ Ar
- ✓ Melhor
- ✓ Pior

2. Formula uma resposta para as **questões motivadoras**, recorrendo a linguagem científica.





AGRUPAMENTO VERTICAL DE ESCOLAS DE FRAZÃO

ESCOLA E.B. 2,3 DE FRAZÃO

CLUBE DE CIÊNCIAS FÍSICO-QUÍMICAS



APL 11 – REFLEXÃO E ABSORÇÃO DO SOM

QUESTÃO MOTIVADORA

O som propaga-se nos materiais sólidos, líquidos e gasosos. No entanto, não se transmite com facilidades de uns materiais para os outros:

- ✓ Quando um som incide em certas superfícies volta praticamente todo para trás, ou seja, é refletido.
- ✓ Em outras superfícies o som é preferencialmente absorvido.

Será possível detetar a reflexão e a absorção do som?

FINALIDADES

- ✓ Observar e caracterizar algumas propriedades do som.

MATERIAL

- ✓ Dois tubos de cartão.
- ✓ Um relógio despertador.
- ✓ Plasticina.
- ✓ Aristo.
- ✓ Quatro placas retangulares de materiais diferentes (por exemplo: alumínio (Al), cortiça, vidro e lã).

PROCEDIMENTO

- ✓ Adapta à mesa uma folha de papel branco sobre a qual vais efetuar a tua montagem experimental, tal como se ilustra na **figura 1**. Para isso:

- ✓ coloca a placa de metal (Al) na posição vertical, utilizando a plasticina como suporte.
- ✓ dispõe o tubo A ligeiramente afastado da placa, de modo a fazer um certo ângulo com a linha perpendicular à placa que previamente deverás traçar na folha de papel.

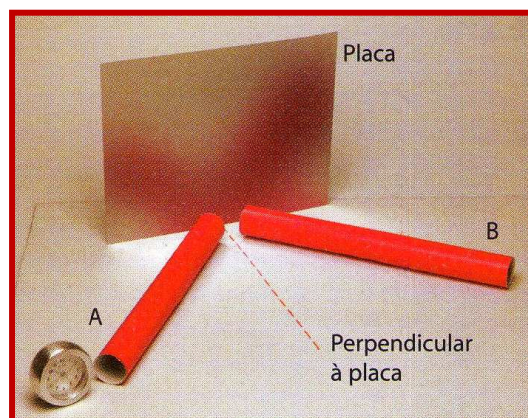


Figura 1

- ✓ coloca o relógio despertador na extremidade do tubo A.
- ✓ pede a um teu colega para dispor o tubo B também ligeiramente afastado da placa, com uma orientação adequada, de forma a ouvires o tiquetaque do relógio despertador através da extremidade deste tubo.
- ✓ observa as direções entre os dois tubos e mede, com um aristo, as amplitudes dos ângulos formados pela direção de cada tubo com a linha perpendicular à placa.

- ✓ **Como se relacionam** as amplitudes dos ângulos formados pela direção de cada tubo com a linha perpendicular à placa?



- ✓ Repete o procedimento anterior para outras posições do tubo A.
- ✓ Substitui a placa metálica, sucessivamente pelas placas de lã, vidro e cortiça, repetindo, em cada caso, o mesmo procedimento experimental.
- ✓ Regista todas as **observações** efetuadas, para cada uma das placas em que incidiu o som emitido pelo relógio despertador.



Placa	Metálica (Al)	Lã	Vidro	Cortiça
Observações				

CONCLUSÕES

1. Completa as seguintes frases de modo a traduzirem as conclusões retiradas das observações que efetuaste. Para tal, utiliza algumas das palavras-chave.



As superfícies de _____ e _____, que são duras e _____, fazem o som _____ para trás, isto é, provocam a _____ do som.

Na reflexão do som as amplitudes dos ângulos formados pela direção de cada tubo com a linha perpendicular à placa são _____.

As superfícies de _____ e _____, que são _____ e _____, não _____ o som.

Nelas, o som é preferencialmente _____.

Palavras-chave:

- ✓ Lisas
- ✓ Iguais
- ✓ Diferentes
- ✓ Alumínio (Al)
- ✓ Vidro
- ✓ Cortiça
- ✓ Lã
- ✓ Porosas
- ✓ Reflete
- ✓ Rugosas
- ✓ Absorvido
- ✓ Refletir-se
- ✓ Reflexão
- ✓ Ressonância.

2. Formula uma resposta, recorrendo a linguagem científica, para a **questão motivadora**.



3. As afirmações seguintes são **falsas**. **Justifica porquê**.

A. O alumínio (Al) poderia ser usado na casa da Cultura de Seroa (Paços de Ferreira) para insonorizar a sala.



B. A acústica da casa da Cultura de Seroa (Paços de Ferreira) só tem a ver com os materiais usados na construção das paredes.



PARA SABERES MAIS

Se és um(a) investigador(a) curioso(a) e anseias saber mais sobre a reflexão do som, então consulta o site com o seguinte URL: <http://www.ensinolivre.pt/?q=taxonomy/term/34>. De seguida seleciona a simulação “ondas sonoras” (figura 2), que se encontra no fundo da referida página.



Figura 2

Seleciona a animação “Interferência por Reflexão” e coloca os cursores tal como indicado na figura 3.

4. Qual a amplitude do ângulo formado entre a direção de propagação da onda sonora emitida e a linha perpendicular à placa?



5. Qual a amplitude do ângulo formado entre direção de propagação da onda sonora refletida e a linha perpendicular à placa?



6. Qual a relação entre os ângulos mencionados nas respostas às questões 5 e 6?

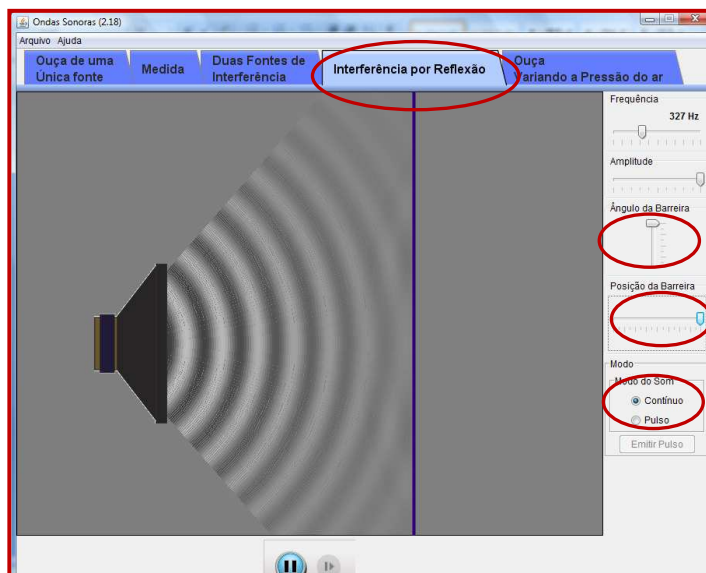


Figura 3

7. Faz variar o cursor “Ângulo da Barreira” (figura 4) e regista as tuas conclusões, recorrendo a linguagem científica.

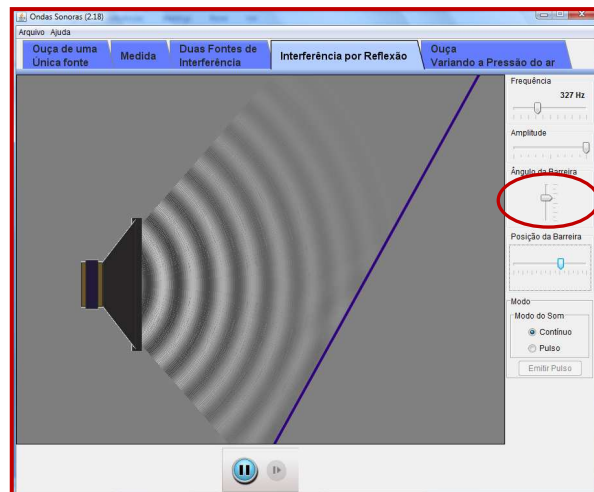


Figura 4



AGRUPAMENTO VERTICAL DE ESCOLAS DE FRAZÃO

ESCOLA E.B. 2,3 DE FRAZÃO

CLUBE DE CIÊNCIAS FÍSICO-QUÍMICAS



APL 12 – O ECO

QUESTÕES MOTIVADORAS

O eco é um fenómeno físico que detetas, com facilidade, no dia a dia. É causado pela reflexão do som, em condições muito específicas.

Se és um(a) aluno(a) atento a tudo o que te rodeia, já te questionaste:

- ✓ **Por que motivo a tua voz voltar de uma parede ou de uma montanha, formando um eco?**
- ✓ **Como é possível os morcegos ecolocalizarem as suas presas, na escuridão da noite?**

FINALIDADES

- ✓ Observar e caracterizar o eco.
- ✓ Recorrer à reflexão do som - eco, para determinar a distância a que um obstáculo se encontra de um emissor.

FUNDAMENTO TEÓRICO

No dia a dia o eco ouve-se, porque o som bate numa barreira (pode ser num objeto) e volta para trás, tal como acontece a uma bola de borracha que incide e volta de uma parede. O eco também é semelhante a um raio de luz refletido num espelho. Um eco é um som refletido.

Só ouvimos os ecos como sons isolados quando eles alcançam os nossos ouvidos 1/10 de segundo ou mais, depois da emissão do som original. Esse é o tempo necessário para o ouvido humano separar um som do outro.

MATERIAL

- ✓ Cronómetro.

PROCEDIMENTO

- ✓ Experimenta colocar-te a cerca de **17 metros** de uma parede e gritar.
- ✓ Consegues ouvir o retorno da tua voz? A que se deve este fenómeno?



- ✓ Repete o procedimento anterior, mas agora tendo o cuidado de medir, com auxílio de um cronómetro, o intervalo de tempo desde a emissão do som até ao instante que voltas a ouvir o retorno da tua voz (**figura 1**).

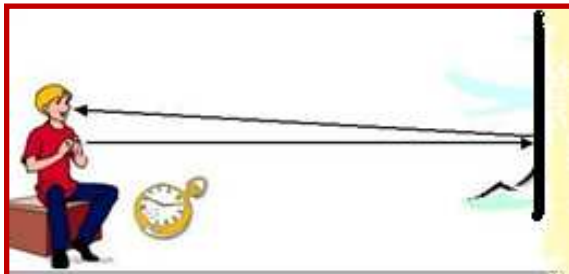



Figura 1

- ✓ Regista o valor obtido e posteriormente determina a velocidade de propagação do som no ar. (Apresenta todos os cálculos efetuados).

Dado:	Determinação da velocidade de propagação do som no ar:
 $\Delta t =$	

- ✓ Experimenta colocar-te a uma **distância inferior** a **17 metros** de uma parede e gritar. Nesta situação consegues ouvir o retorno da tua voz? **Justifica** em linguagem científica o sucedido e comprova a tua resposta apresentando os **cálculos** necessários.



CONCLUSÕES

1. **Completa** as seguintes frases, utilizando algumas das palavras-chave.



- ✓ Se a distância entre a superfície de reflexão do som e a fonte sonora for inferior a _____, _____ eco.
- ✓ O eco permite determinar a _____ de propagação do som no ar, a uma determinada temperatura. Para isso, é necessário saber:
- ✓ o _____ que separa o som original do seu eco;
- ✓ a _____ entre a fonte sonora e a superfície de reflexão do som.

Palavras-chave:

- ✓ Velocidade
- ✓ Haverá
- ✓ Não haverá
- ✓ Distância
- ✓ 17 metros
- ✓ 20 metros
- ✓ Intervalo de tempo
- ✓ Temperatura

2. A maioria dos morcegos possui um sentido adicional, aliado aos cinco sentidos, com que os humanos estão acostumados. Trata-se de um poderoso e importante recurso para orientação à noite ou em ambientes escuros como cavernas e para captura de presas.

O morcego emite ultrassons, pelas narinas ou pela boca, dependendo da espécie. Essas ondas atingem obstáculos no ambiente e voltam na forma de ecos (**figura 2**).

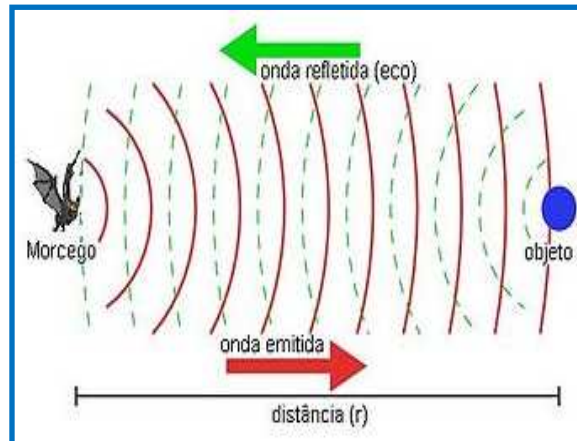


Figura 2

Sabendo que à temperatura de 20 °C, a velocidade de propagação do som é de **343 m/s** e que os morcegos percebem o **intervalo de tempo** que os ecos voltam a chegar; explica como estes podem **estimar a distância** a que se encontram as presas.



3. Conheces outro animal que utilize o sistema de ecolocalização? Em caso afirmativo **indica** o seu nome. (Se necessário consulta o vídeo com o URL: <http://www.youtube.com/watch?v=zzRjyW3lZVg>).



4. As diferentes partes do nosso corpo refletem as ondas sonoras (ultrassons) de modo diferentes, consoante as suas densidades e as características do eco de retorno, permite obter uma imagem do interior.

Por que motivo os médicos, antes de iniciarem uma ecografia, untam sempre com gel a zona a examinar? **Justifica** a tua resposta, recorrendo a linguagem científica.



PARA SABERES MAIS

Se és um(a) investigador(a) curioso(a) e anseias saber mais sobre o mamífero com asas e que se alimenta sem dificuldades, guiado pelo “olfato” na escuridão da noite, então não deixes de ver com atenção o vídeo, presente na internet com o seguinte URL: <http://www.youtube.com/watch?v=sXzEJPFSDfk> e responde às seguintes questões:

5. **Onde** se localiza o maior observatório de morcegos cavernícolas portugueses?



6. **Como se designa** o sistema que permite aos morcegos “navegarem” em segurança, de forma a detetarem os obstáculos e as suas presas?



7. **Explica**, recorrendo a linguagem científica, como é que os participantes da atividade “Noites dos Morcegos” conseguem identificar as diferentes espécies destes mamíferos.





AGRUPAMENTO VERTICAL DE ESCOLAS DE FRAZÃO

ESCOLA E.B. 2,3 DE FRAZÃO

CLUBE DE CIÊNCIAS FÍSICO-QUÍMICAS



APL 13 – O MEU ESTETOSCÓPIO

QUESTÃO MOTIVADORA

Os médicos usam frequentemente um instrumento especial, chamado estetoscópio (**figura 1**), para ouvir o coração e os pulmões dos pacientes. Os sons que eles ouvem ajudam-nos a verificarem se esses órgãos estão saudáveis ou doentes.



Figura 1

Como poderás explicar a propagação do som ao longo do teu estetoscópio?

FINALIDADES

- ✓ Escutar o batimento cardíaco de um amigo.
- ✓ Explicar o princípio de funcionamento de um estetoscópio.

MATERIAL

- ✓ Mangueira.
- ✓ Tesoura.
- ✓ Dois funis.

PROCEDIMENTO

- ✓ Corta, com o auxílio de uma tesoura, um pedaço curto de uma mangueira.
- ✓ Associa a cada uma das extremidades da mangueira um funil.
- ✓ Pede a um amigo para segurar um dos funis a meio do peito, sobre o coração.
- ✓ Coloca a outra extremidade da mangueira no teu ouvido e concentra-te (**figura 2**).



Figura 2

- ✓ Regista as tuas **observações**.



- ✓ Será que as observações seriam as mesmas, caso tentasses ouvir os batimentos cardíacos de um teu colega, com o teu estetoscópio, após ele ter realizado exercício físico?



CONCLUSÕES

1. **Completa** as seguintes frases, utilizando algumas das palavras – chave.



- ✓ O som que nos chega aos ouvidos pode provir diretamente da fonte sonora – é o som _____ - ou pode já ter sido _____ em obstáculos.
- ✓ Um dispositivo que funciona com base na reflexão do som é o _____, usado pelos médicos.

Palavras-chave:

- ✓ Estetoscópio
- ✓ Telefone de copos
- ✓ Incidente
- ✓ Absorvido
- ✓ Refletido.

2. Formula uma resposta, recorrendo a linguagem científica, para a questão motivadora.



PARA SABERES MAIS...

3. Lê com atenção o seguinte texto:

“No fim do século XVIII o exame físico foi melhorado com a introdução da auscultação direta do tórax introduzido pelo médico austríaco Leopold Auenbrugger. A auscultação do tórax permitia ao médico obter informações sobre os batimentos cardíacos dos pacientes, mas esbarrava no incómodo de encostar o ouvido no tórax do paciente, fato que se mostrava desconfortável ou inapropriado se o paciente fosse do sexo feminino. Uma outra dificuldade decorrente era o facto de, para pacientes obesos, a auscultação se tornava uma tarefa difícil. Em 1816 o médico francês René Theophile Hacinthe Laënnec, durante um exame clínico a uma senhora, teve a ideia de enrolar uma folha de papel bem apertada e colocar seu ouvido numa das extremidades deixando a outra extremidade livre para ser encostada no paciente. Dessa forma, não só era evitado o contato indesejado com a paciente, como os sons se tornaram muito mais audíveis. Era criada assim a ideia fundamental do estetoscópio [do grego *stêthos* (peito) *skopéo* (olhar)].”

In http://www2.dbd.pucrio.br/pergamum/tesesabertas/0321291_06_cap_03.pdf

3.1. Como se chamava o autor da invenção do primeiro estetoscópio?



3.2. Quais as dificuldades que o médico austríaco Leopold Auenbrugger encontrou na auscultação direta do tórax?



3.3 Por que razão a auscultação direta sem estetoscópio em doentes obesos, é uma tarefa difícil em termos de diagnóstico médico?





AGRUPAMENTO VERTICAL DE ESCOLAS DE FRAZÃO

ESCOLA E.B. 2,3 DE FRAZÃO

CLUBE DE CIÊNCIAS FÍSICO-QUÍMICAS



APL 14 – O SOM DO MAR NAS CONCHAS: VERDADE OU MENTIRA?

QUESTÃO MOTIVADORA

Quem nunca ouviu o barulho do mar utilizando uma concha? Quando encostamos uma concha na orelha, ouvimos um ruído parecido com o das ondas do mar (**figura 1**). Mas, embora ouçamos o barulho e seja convincente, muita gente diz que é um mito. **Mas então por que ouvimos esse barulho?**



Figura 1

FINALIDADE

✓ Explicar o fenómeno de ressonância no interior de uma concha, em diferentes situações de ruído.

PROCEDIMENTO

- ✓ Segura uma concha perto da tua orelha (**figura 1**). (Se possível opta por conchas grandes e em espiral. Caso não te seja possível a utilização de uma concha, sugere-se a sua substituição por um gobelé vazio).
- ✓ Experimenta posicionar a concha a distâncias diferentes da tua orelha.
- ✓ Verificas alguma variação da **intensidade sonora** à medida que fazes variar a distância?



- ✓ Procede de igual forma, mas num local onde existe **ruído**, por exemplo, durante o intervalo escolar.
- ✓ O ruído de fora da concha alterou a intensidade do som que tu ouviste, vindo do seu interior? Dá uma **explicação** para o do sucedido, utilizando linguagem científica.



CONCLUSÕES

1. **Completa** as seguintes frases, utilizando algumas das palavras – chave.



- ✓ A explicação científica para o som emitido pela concha se assemelhar com o das ondas do mar é a existência de _____ no meio ambiente envolvente.
- ✓ A concha que seguramos ligeiramente acima da orelha, capta esse _____, que sofre _____ dentro da concha.
- ✓ A concha pode considerar-se como sendo uma _____, quando o som exterior entra na concha.
- ✓ Quanto _____ ruidoso for o ambiente em que estivermos, _____ intenso será o som parecido com o do mar.

Palavras-chave:

- ✓ Mais
- ✓ Menos
- ✓ Ruído
- ✓ Absorção
- ✓ Ressonância
- ✓ Reflexão
- ✓ Caixa de ressonância
- ✓ Vibração
- ✓ Som

2. No dia a dia diz-se com frequência que o som que se ouve na concha é o **eco** do nosso **sangue** a correr através dos vasos nas orelhas. Como poderias explicar a um teu amigo que esta ideia não está cientificamente correta? (Em caso de dúvida, sugiro-te ouvires o som emitido pela concha antes e depois da prática de exercício físico).



3. Conheces algum instrumento musical que possua uma **caixa de ressonância**? Qual(ais)?



4. Formula uma resposta, recorrendo a linguagem científica, para a **questão motivadora**.





AGRUPAMENTO VERTICAL DE ESCOLAS DE FRAZÃO

ESCOLA E.B. 2,3 DE FRAZÃO

CLUBE DE CIÊNCIAS FÍSICO-QUÍMICAS



APL 15 – AMPLIFICAÇÃO DO SOM

QUESTÃO MOTIVADORA

Muitos instrumentos musicais utilizam uma caixa de ressonância para amplificar (tornar mais intenso) o som produzido.

Será que as dimensões destas caixas se relacionam com a intensidade do som emitido?

FINALIDADE

✓ Relacionar as dimensões das caixas de ressonância com a intensidade do som emitido, utilizando uma proveta.

PROCEDIMENTO

- ✓ Bate no diapasão com um martelo apropriado, de modo a pô-lo a vibrar.
- ✓ Escuta o som produzido.
- ✓ Enche a proveta com água, até cerca de $\frac{2}{3}$ da sua altura.
- ✓ Volta a pôr o diapasão a vibrar e aproxima-o da abertura da proveta (**figura 1**).

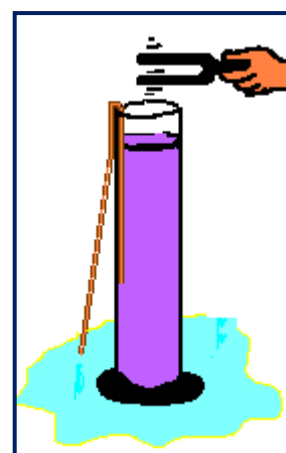


Figura 1

- ✓ Escutar com atenção.
- ✓ Notas alguma diferença no som emitido pelo diapasão, antes e depois de o aproximares da proveta?



- ✓ Retira um pouco de água da proveta e repete a experiência. Escuta novamente o som emitido.
- ✓ Repete o procedimento até encontrares a situação em que o som atinge o máximo de intensidade: encontraste a **posição de ressonância**.
- ✓ Com a fita métrica, mede a altura da coluna de ar (desde a abertura da proveta até ao nível da água), nesta situação de ressonância.
- ✓ Regista o valor obtido:



h = _____ m

- ✓ **Multiplica por 4** o valor de **h**. O valor obtido corresponde a uma grandeza física importante do som emitido pelo diapasão – o **comprimento de onda**.



Dado:

h = _____ m

Cálculo do comprimento de onda:

- ✓ Após o cálculo do comprimento de onda, determina a **velocidade de propagação do som** emitido pelo diapasão no ar, sabendo que o diapasão tem uma frequência de 440 Hz.



Dados:

Determinação da velocidade de propagação do som no ar:

CONCLUSÕES

1. **Completa** as seguintes frases, utilizando algumas das palavras – chave.



- ✓ Com a realização desta APL foi possível determinar a _____ no _____ à temperatura ambiente, pelo método da coluna de ar ressonante.
- ✓ Nessa técnica, utiliza-se uma fonte sonora de _____ conhecida – o _____. As ondas sonoras produzidas por essa fonte são encaminhadas para uma coluna de _____ de altura ajustável.
- ✓ Na primeira _____, o ar da coluna vibra no modo fundamental, onde o comprimento da coluna é igual à quarta parte do comprimento de onda.
- ✓ De forma a obtermos o valor da **velocidade** de propagação do som no _____, multiplicamos o _____ pela _____ do diapasão.

Palavras-chave:

- ✓ Ar
- ✓ Água
- ✓ Comprimento de onda
- ✓ Diapasão
- ✓ Velocidade de propagação do som
- ✓ Sólido
- ✓ Frequência
- ✓ Período
- ✓ Ressonância
- ✓ Gerador de sinais

2. Conheces algum(ns) instrumento(s) musical(ais) que possua(m) caixa de ressonância? Qual(ais)?



3. Formula uma resposta, recorrendo a linguagem científica, para a **questão motivadora**.



PARA SABER MAIS...

Se te consideras um(a) verdadeiro(a) investigador(a) de ciência e “vibras” com os assuntos alusivos ao estudo do som, então vê com atenção o vídeo que consta na página da internet, com o seguinte URL:

<http://www.youtube.com/watch?v=Sv-1nFuSxnc>

(figura 2). De seguida, responde às questões que te são colocadas.



Figura 2

4. Como explicas que a palhinha se tenha movimentado?



5. Por que motivo no final do vídeo, o gobelé se quebrou?





AGRUPAMENTO VERTICAL DE ESCOLAS DE FRAZÃO

ESCOLA E.B. 2,3 DE FRAZÃO

CLUBE DE CIÊNCIAS FÍSICO-QUÍMICAS



APL 16 – VELOCIDADE DE PROPAGAÇÃO DO SOM NO AR

QUESTÃO MOTIVADORA

A flauta de pão ou flauta de pan é um instrumento musical sul-americano, trata-se do nome genérico dado a instrumentos musicais constituídos por um conjunto de tubos fechados numa extremidade, ligados uns aos outros. Os tubos são graduados e de diferentes tamanhos, não têm bocal e são soprados com os lábios.



Como é possível determinar a velocidade de propagação do som num tubo fechado, quando se faz variar o comprimento da coluna de ar?

FINALIDADES

- ✓ Estudar a ressonância num tubo de som fechado.
- ✓ Determinar a velocidade de propagação do som no ar.
- ✓ Verificar como se relaciona o comprimento da coluna de ar (l), com o comprimento de onda (λ) do som emitido.

FUNDAMENTO TEÓRICO

Quando se coloca a vibrar um diapasão de frequência conhecida, próximo da boca de um tubo fechado contendo água, é possível calcular a velocidade de propagação do som no ar a uma dada temperatura, pois à medida que se faz variar o nível de água do tubo, ir-se-á ouvir um reforço na intensidade do som – fenómeno designado por **ressonância**.

Ressonância:

A ressonância é um fenómeno sonoro que ocorre quando um sistema vibrante é submetido a uma série periódica de impulsos, cuja frequência coincide com a frequência natural do sistema; a amplitude de suas oscilações cresce sucessivamente, pois a energia recebida vai sendo armazenada, o que pode provocar até a rutura desse sistema.

Ressonância em tubos:

A ressonância nos tubos está intimamente ligada à formação de ondas estacionárias. As ondas estacionárias são originadas da combinação de dois fenômenos físicos, a reflexão e a interferência das ondas.

Propagação sonora - Ressonância em tubos fechados:

Uma onda estacionária ocorre quando uma onda incidente é refletida na extremidade fechada de um tubo e a onda refletida interfere com a onda original. Na realidade, uma onda sonora é muitas vezes refletida e reemitida entre as extremidades do tubo e todas estas múltiplas ondas refletidas interferem umas com as outras. Em geral, as múltiplas ondas refletidas não estão todas em fase e a amplitude da onda resultante é pequena. Contudo, para um dado valor do comprimento de onda (λ) do som emitido, em determinados pontos da coluna de ar, este vibra em fase com a fonte emissora, fazendo com que a intensidade do som nesse ponto seja bastante ampliada.

Nos tubos fechados numa das extremidades, o menor comprimento da coluna de ar (l) para que o tubo entre em ressonância com a fonte emissora é igual a $\frac{1}{4}$ do comprimento de onda (λ), correspondendo ao 1.º harmônico; as representações que se seguem correspondem aos sucessivos harmônicos (figura 1 e 2).

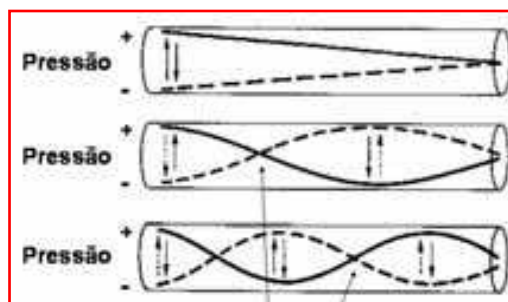


Figura 1

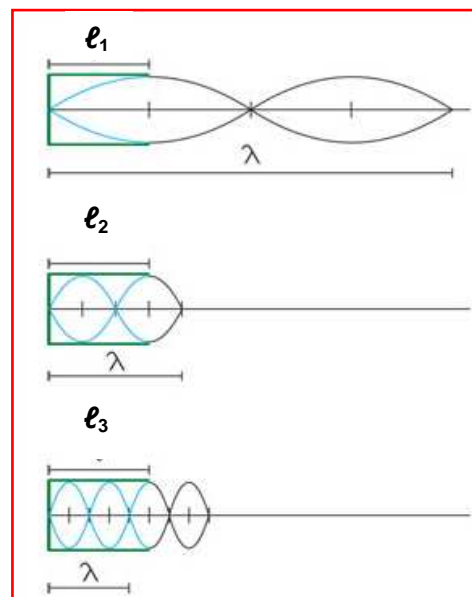


Figura 2

MATERIAL

- ✓ Tubo de vidro com suporte (comprimento de 1 m e diâmetro de 3-4 cm).
- ✓ Diapasão (440 Hz) e martelo.
- ✓ Gobelé.
- ✓ Fita métrica.
- ✓ Caneta de acetato.

PROCEDIMENTO

- ✓ Enche o tubo de vidro com água.
- ✓ Verte água do tubo de vidro para o gobelé, pressionando a válvula, para formar uma coluna de ar no interior do tubo.
- ✓ Percute com um martelo apropriado o diapasão, para produzir uma onda sonora e coloca-o sobre a abertura do tubo.
- ✓ Retira lentamente água do interior do tubo, até ouvires um reforço do som devido à ressonância do tubo.
- ✓ Com auxílio de uma caneta de acetato marca o comprimento da coluna de ar correspondente à primeira ressonância e efetua a respetiva medição (**figura 3**).
- ✓ Continuar a retirar lentamente a água do interior do tubo e procede de igual forma, para procurares as próximas posições correspondentes ao reforço de som – ressonâncias (**figuras 4 e 5**).

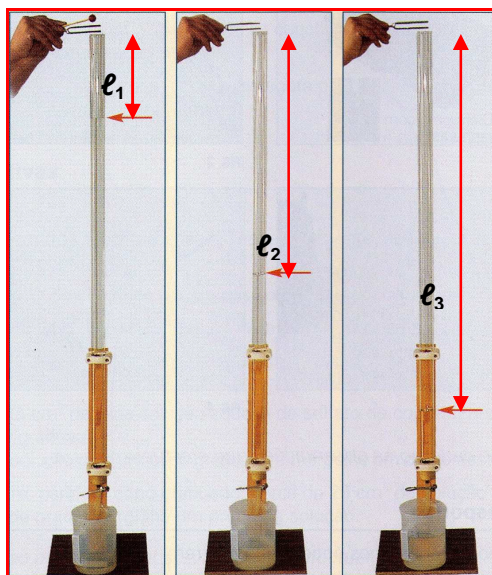


Figura 3


Figura 4

Figura 5

(Nota: Esta APL deverá ser realizada em grupo, para que de uma forma mais eficaz, se encontrem as posições de ressonância).


REGISTO E TRATAMENTO DE DADOS

- Regista os valores do comprimento da coluna de ar, correspondentes às três primeiras posições de ressonância.




	(cm)	(m)
ℓ_1		
ℓ_2		
ℓ_3		

- Consultando a **figura 2**, completa a seguinte tabela, para indicares cada expressão matemática que relaciona o comprimento da coluna de ar (ℓ) com o comprimento de onda (λ).



	Expressão matemática
1. ^a ressonância	$\ell_1 = \frac{1}{4}\lambda$
2. ^a ressonância	
3. ^a ressonância	

- Completa a seguinte tabela:



	λ (m)
$\lambda = 2 \times (\ell_2 - \ell_1)$	
$\lambda = 2 \times (\ell_3 - \ell_2)$	
Média aritmética dos valores obtidos para o comprimento de onda ($\bar{\lambda}$)	

4. Calcula o valor da velocidade do som no ar, aplicando a seguinte expressão matemática:

$$v = f \times \bar{\lambda}.$$

Dados:	Cálculos:
$f =$ $\bar{\lambda} =$	

CONCLUSÕES

5. Que alterações verificas no som emitido, quanto à altura, à medida que vais retirando água do interior da coluna. Justifica a tua resposta, recorrendo a linguagem científica.



6. Compara o valor obtido experimentalmente para a velocidade de propagação do som no ar, com o valor teórico (**tabela 1**), à temperatura no local da realização da experiência.

Velocidade de propagação do som (m/s)	Temperatura (°C)
330	0
333	5
337	10
340	15
342	20

Tabela 1



7. Discute as possíveis fontes de erro.



8. Formula uma resposta, recorrendo a linguagem científica, para a **questão motivadora**.





AGRUPAMENTO VERTICAL DE ESCOLAS DE FRAZÃO

ESCOLA E.B. 2,3 DE FRAZÃO

CLUBE DE CIÊNCIAS FÍSICO-QUÍMICAS



APL 17 – A FÍSICA, O SOM E A QUALIDADE DE VIDA

QUESTÃO MOTIVADORA

Durante um dia bem passado na escola, será que estás exposto(a) a ambientes ruidosos, em que se ultrapassa o limite máximo de exposição permitido por Lei?

FINALIDADES

- ✓ Medir níveis de intensidade sonora com o sonómetro.
- ✓ Inferir quais os locais mais ruidosos da escola.
- ✓ Reconhecer algumas medidas que reduzem e/ ou evitem a exposição ao ruído.

MATERIAL

- ✓ Sonómetro.
- ✓ Auriculares.

PROCEDIMENTO

- ✓ Observa atentamente o sonómetro.
- ✓ Usa o sonómetro para medir o nível de intensidade sonora em **diferentes locais da tua Escola** e a diferentes horas. (Nesta APL, deverás colocar sempre o sonómetro sensivelmente à mesma distância da fonte sonora.)
- ✓ Efetua ainda medições nas proximidades da tua Escola, por exemplo quando um dos **autocarros está a arrancar**.
- ✓ Antes do segundo autocarro estiver a arrancar, introduz os **auriculares** e observa as diferenças registadas.

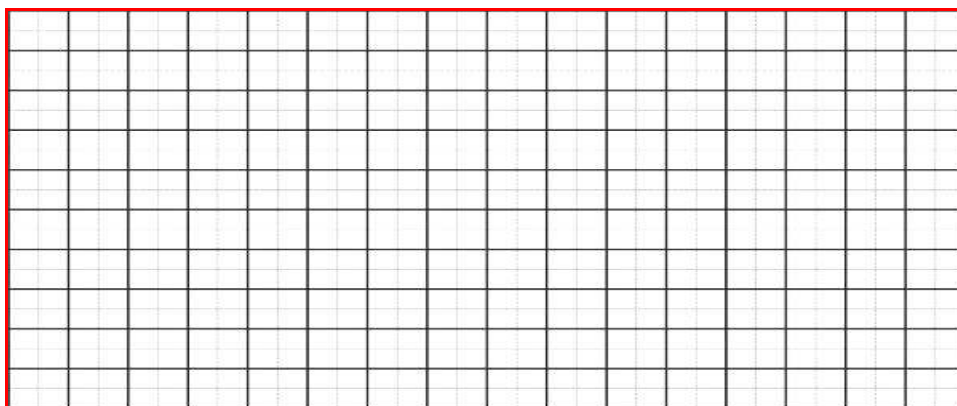
REGISTO E TRATAMENTO DE DADOS

1. Regista a hora, local e os respetivos valores do nível de intensidade sonora e seleciona com uma cruz (X) se o som percecionado se classifica de agradável ou ruidoso.



Hora	Local	Nível de intensidade sonora (dB)	Classificação do som	
			Agradável	Ruidoso

2. Constrói um gráfico de barras, com o nível de intensidade sonora em função do local.



3. Sabendo que, para o sonómetro usado, o Limite Máximo de Exposição (LME) é de 87 dB, indica em que locais de medição o ruído constitui uma transgressão à lei.



4. Regista as diferenças verificadas quando colocaste os auriculares nos ouvidos.



5. Sugere medidas de minimizar o ruído na Escola e cria um *slogan* para colocar numa *t-shirt*.





AGRUPAMENTO VERTICAL DE ESCOLAS DE FRAZÃO

ESCOLA E.B. 2,3 DE FRAZÃO

CLUBE DE CIÊNCIAS FÍSICO-QUÍMICAS



APL 18 – AVALIA A TUA AUDIÇÃO

QUESTÕES MOTIVADORAS

O ouvido humano é sensível a sons de qualquer nível de intensidade sonora/frequência? Será que os teus hábitos de vida pouco saudável podem pôr em causa a tua capacidade auditiva?

FINALIDADE

- ✓ Avaliar a tua audição, através da construção e análise de um audiograma.

MATERIAL

- ✓ Audiómetro.
- ✓ Auscultadores.

FUNDAMENTO TEÓRICO

A audiometria é um exame que avalia a audição das pessoas. Quando a Enfermeira e a Técnica de Saúde Ambiental detetam qualquer anomalia auditiva, sugerem as medidas preventivas ou curativas a serem tomadas, evitando assim o seu agravamento. Um dos principais tipos de audiometria é a audiometria tonal, que emite tons puros, em vários níveis de intensidade sonoras e frequências, através da via aérea; para tal, o paciente usa uns auscultadores no momento do exame médico.

Estes exames são feitos com o paciente dentro de uma cabine acústica, visando isolá-lo do ruído ambiental, utilizando o equipamento de análise chamado audiómetro (**figura 1**).



Figura 1

PROCEDIMENTO

- ✓ Analisa atentamente o audiómetro.
- ✓ Coloca os auscultadores.
- ✓ Ouve com atenção os sons puros emitidos.
- ✓ Quando percecionares um som levanta a mão e regista na **tabela 1**, os correspondentes valores de nível de intensidade sonora e frequência, para cada um dos ouvidos.

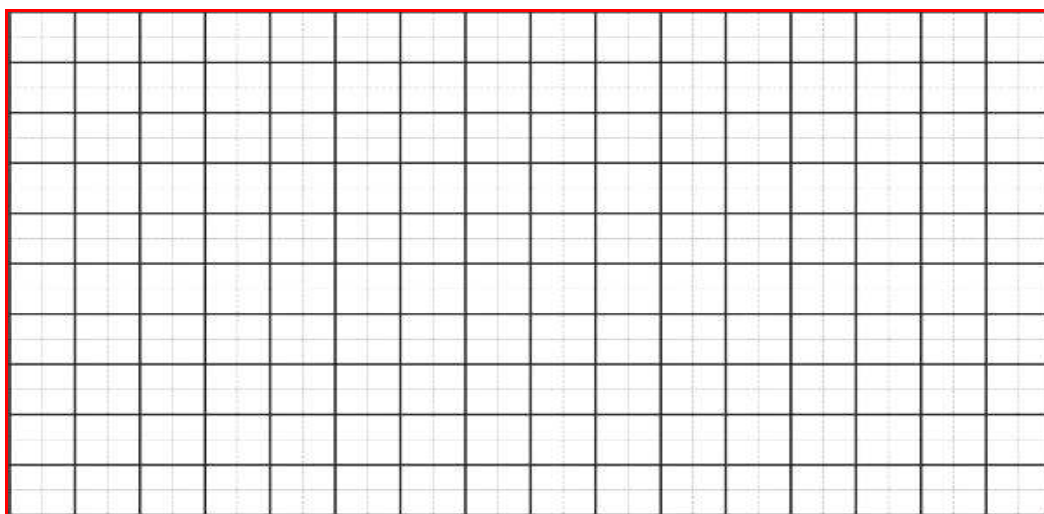
REGISTO E TRATAMENTO DE DADOS

1. Completa a **tabela 1** seguinte, com os valores obtidos experimentalmente.

 <u>Ouvido direito</u>		<u>Ouvido esquerdo</u>	
Nível de intensidade sonora (dB)	Frequência (Hz)	Nível de intensidade sonora (dB)	Frequência (Hz)

Tabela 1

2. Constrói os teus audiogramas (gráfico do nível de intensidade sonora em função da frequência), para cada um dos ouvidos.



CONCLUSÕES

3. Compara os teus audiogramas com os dos(as) teu(tua) colega e regista as conclusões.



4. Formula uma resposta para as questões motivadoras.



5. Refere alguns eventuais erros cometidos na realização deste exame médico e sugere medidas para minimizá-los.



6. Os médicos dos ouvidos (otorrinolaringologistas) dispõem de audiómetros, aparelhos que permitem registar em gráficos (audiogramas) a capacidade auditiva, verificando assim se os ouvidos estão a funcionar bem. A **figura 1** e **2** esquematizam os audiogramas de duas pessoas jovens diferentes.

Qual dos audiogramas é provável que corresponda ao jovem que não tem o hábito de ouvir música “alta”? Justifica a tua resposta, recorrendo a linguagem científica.

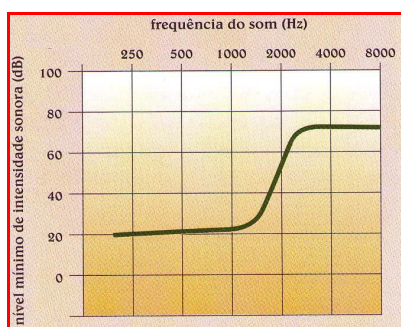


Figura 1

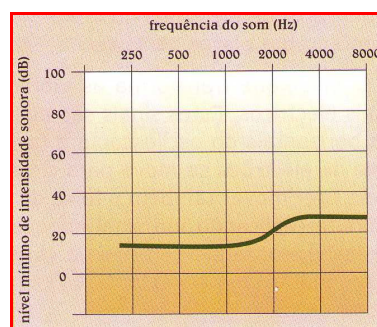


Figura 2

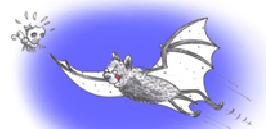




AGRUPAMENTO VERTICAL DE ESCOLAS DE FRAZÃO

ESCOLA E.B. 2,3 DE FRAZÃO

CLUBE DE CIÊNCIAS FÍSICO-QUÍMICAS



RESE 1 – DIAPASÃO e SOM



INTRODUÇÃO

O *software* educativo “**Diapasão e Som**” promove o estudo das características da onda sonora emitida por um diapasão a oscilar. Poderás explorá-lo no seguinte sítio da internet: <http://omnis.if.ufrj.br/~marta/aplicativos/diapasao.swf>, permitindo-te aliar a diversão ao conhecimento científico.

Neste Roteiro de Exploração de Software Educativo (RESE) serás convidado(a) a acionar alguns botões, registar as tuas observações e a responder a um conjunto de questões.

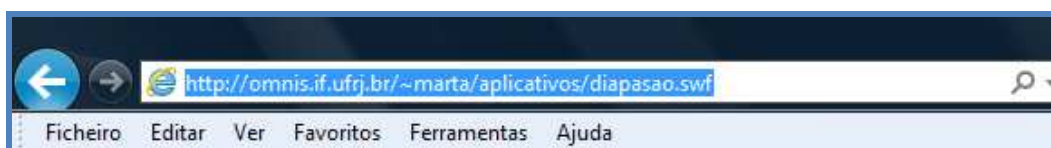
Sugere-se que esta atividade seja realizada em grupo com mais dois ou três colegas teus, de forma a gerar-se a propiciar o debate e o confronto de ideias.

Boa diversão e estou certa que o teu desempenho irá contribuir para o teu sucesso educativo!



ENTRAR NA SIMULAÇÃO

Para acederes a esta aplicação educativa deverás escrever o seguinte endereço no navegador da internet: <http://omnis.if.ufrj.br/~marta/aplicativos/diapasao.swf>.





TUTORIAL DO SOFTWARE

- ✓ Após acederes com sucesso ao software educativo seleciona a opção “**Palco**” e lê com atenção a informação que te é disponibilizada (**figura 1**).



Figura 1

- ✓ Encerra esta janela, liga o som do computador e prepara-te para explorares o software, clicando na opção “**Animar**”.
- ✓ Ouve com atenção o som emitido pelo diapasão a vibrar.
- ✓ Observa a simulação do movimento dos corpúsculos que se encontram nas proximidades do diapasão a vibrar.
- ✓ Seleciona a opção “**Parar**”.
- ✓ **Representa os corpúsculos na figura 2**, tal como se visualizam no computador.



Figura 2



AS MINHAS CONCLUSÕES...

✓ Após à análise do movimento dos corpúsculos em torno do diapasão em oscilação, responde às questões que te são colocadas, utilizando para tal uma linguagem científica.

1. Compara a **direção de propagação** do som com a **direção de vibração** dos corpúsculos no ar.



2. Como classificas as ondas sonoras (**longitudinais** ou **transversais**)? Justifica a tua resposta.



3. Justifica por que motivo as ondas sonoras se classificam como **ondas mecânicas**?

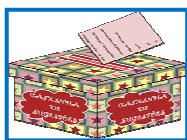


4. Justifica por que motivo as ondas sonoras se classificam como **ondas de pressão**?



5. Classifica o valor lógico da seguinte afirmação: "**Na propagação do som no ar, há transferência de energia sonora e transporte de matéria**". Justifica a tua resposta.





SUGESTÕES

6. Após a exploração deste *software* educativo, encontraste alguma incorreção científica? Qual(ais)?



7. Na tua opinião, quais as sugestões de melhoramento que gostarias de dar à autora deste *software* educativo? Justifica a tua resposta.





DESAFIO FINAL

8. Conheces outra atividade *on-line* que aches mesmo “impecável” para aprender de forma mais divertida, as características da onda sonora? Qual(ais)?





AGRUPAMENTO VERTICAL DE ESCOLAS DE FRAZÃO

ESCOLA E.B. 2,3 DE FRAZÃO

CLUBE DE CIÊNCIAS FÍSICO-QUÍMICAS



RESE 2 – ONDA PERIÓDICA



INTRODUÇÃO

O *software* educativo “**Tensão Alternada Sinusoidal**” promove o estudo do tema 1.3. – Características das Ondas. Poderás explorá-lo no seguinte sítio da internet: http://physiquecollege.free.fr/physique_chimie_college_lycee/troisieme/electricite/tension_alternative_sinusoidale.htm, permitindo-te aliar a diversão ao conhecimento científico.

Neste Roteiro de Exploração de Software Educativo (**RESE**) serás convidado(a) a acionar alguns botões, a observares a animação e a responderes a um conjunto de questões.

Boa diversão!



ENTRAR NA SIMULAÇÃO

Para acederes a esta aplicação educativa deverás escrever o seguinte endereço no navegador da internet:

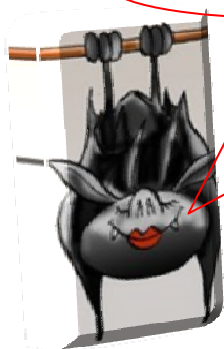
http://physiquecollege.free.fr/physique_chimie_college_lycee/troisieme/electricite/tension_alternative_sinusoidale.htm





TUTORIAL DO SOFTWARE

Estás preparado(a) para estudar sinais periódicos e visualizar no ecrã um sinal elétrico com as mesmas características da onda sonora?



Na representação gráfica da simulação, semelhante à que se apresenta no ecrã de um osciloscópio, o eixo horizontal representa o tempo e o eixo vertical representa a diferença de potencial do sinal detetado por ele.

- ✓ Arrasta, sucessivamente, o cursor que te permite variar o valor da amplitude e da frequência e observa atentamente as alterações produzidas no gráfico (**figura 1**). Selecciona a opção



e observa.

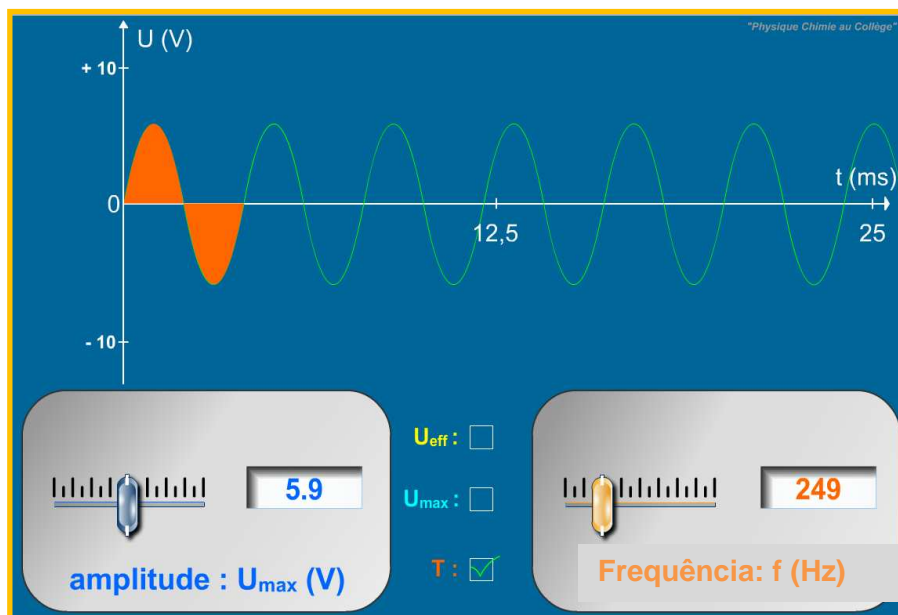


Figura 1



VAMOS EXPLORAR A SIMULAÇÃO...

1. Na tua simulação, atribui os seguintes valores: $U_{\text{máx}} = 5,3 \text{ V}$ e $f = 40 \text{ Hz}$.

Faz um esboço do que observas na **figura 2** e determina o valor do período da onda.

Representação gráfica da onda:

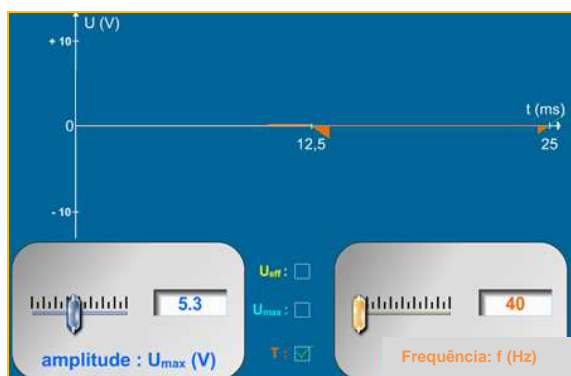


Figura 2

Determinação do período de oscilação da onda:

2. Faz uma análise crítica do valor obtido na questão 1, para o período da oscilação. (Sugestão: converte o valor do período em ms).

3. Na tua simulação, atribui os seguintes valores: $U_{\text{máx}} = 12 \text{ V}$ e $f = 40 \text{ Hz}$.

Faz um esboço do que observas na **figura 3** e determina o valor do período da onda.

Representação gráfica da onda:

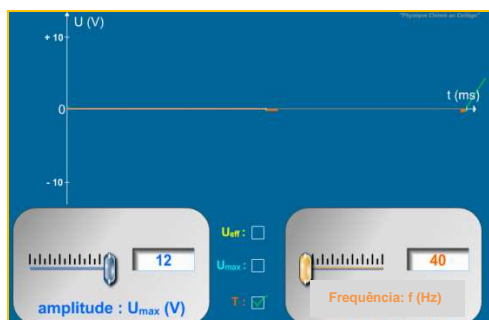


Figura 3

Determinação do período de oscilação da onda:

4. Faz uma análise crítica do valor obtido na questão 3, para o período da oscilação. (Sugestão: converte o valor do período em ms).



5. Na tua simulação, atribui os seguintes valores: $U_{\text{máx}} = 12 \text{ V}$ e $f = 320 \text{ Hz}$.

Faz um esboço do que observas na **figura 4** e determina o valor do período da onda.

Representação gráfica da onda:

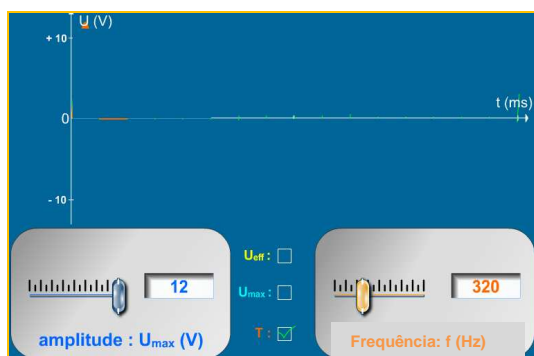


Figura 4

Determinação do período de oscilação da onda:

6. Faz uma análise crítica do valor obtido na questão 5, para o período da oscilação. (Sugestão: converte o valor do período em ms).



7. Para as frequências selecionadas nas questões 1, 3 e 5, será que as ondas se classificariam de audíveis? Justifica a tua resposta, utilizando linguagem científica.



8. Compara a onda sinusoidal representada na questão 5 e 3, de forma a classificares o som quanto à altura.





AGRUPAMENTO VERTICAL DE ESCOLAS DE FRAZÃO

ESCOLA E.B. 2,3 DE FRAZÃO

CLUBE DE CIÊNCIAS FÍSICO-QUÍMICAS



RESE 3 – OSCILOSCÓPIO VIRTUAL



INTRODUÇÃO

O *software* educativo “**Osciloscópio Virtual**” promove o estudo dos temas: 1.3. – Características das Ondas e 1.4. – Os atributos do som. Poderás explorá-lo no seguinte sítio da internet: http://www.virtual-oscilloscope.com/oscilloscope/index_93_english.html, permitindo-te aliar a diversão ao conhecimento científico.

Neste Roteiro de Exploração de *Software* Educativo (**RESE**) serás convidado(a) a acionar alguns botões, a observares a animação e a responderes a um conjunto de questões.

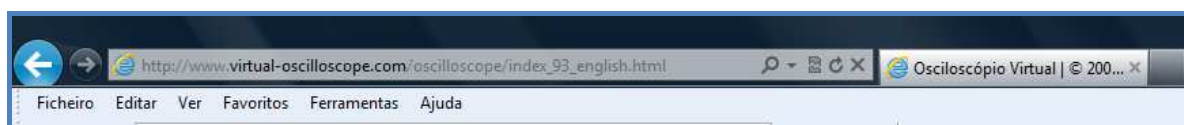
Boa diversão!

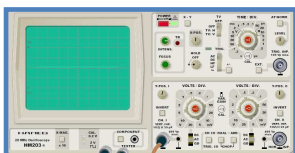


ENTRAR NA SIMULAÇÃO

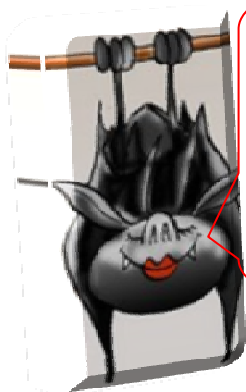
Para acederes a esta aplicação educativa deverás escrever o seguinte endereço no navegador da internet:

http://www.virtual-oscilloscope.com/oscilloscope/index_93_english.html





TUTORIAL DO OSCILOSCÓPIO VIRTUAL



Sabias que o osciloscópio é um aparelho indispensável em vários domínios, desde a física experimental, à eletrónica e mesmo até na medicina?

Estás preparado(a) para estudar sinais periódicos e visualizar no ecrã um sinal elétrico com as mesmas características da onda sonora, recorrendo a um osciloscópio virtual?

O *software* educativo irá desafiar-te a explorar as potencialidades de um osciloscópio virtual (**figura 1**) e em caso de dúvida da funcionalidade de cada aplicação, poderás fazer duplo clique com o botão do rato do teu computador e de seguida, serás encaminhado(a) para uma nova janela com uma explicação detalhada.

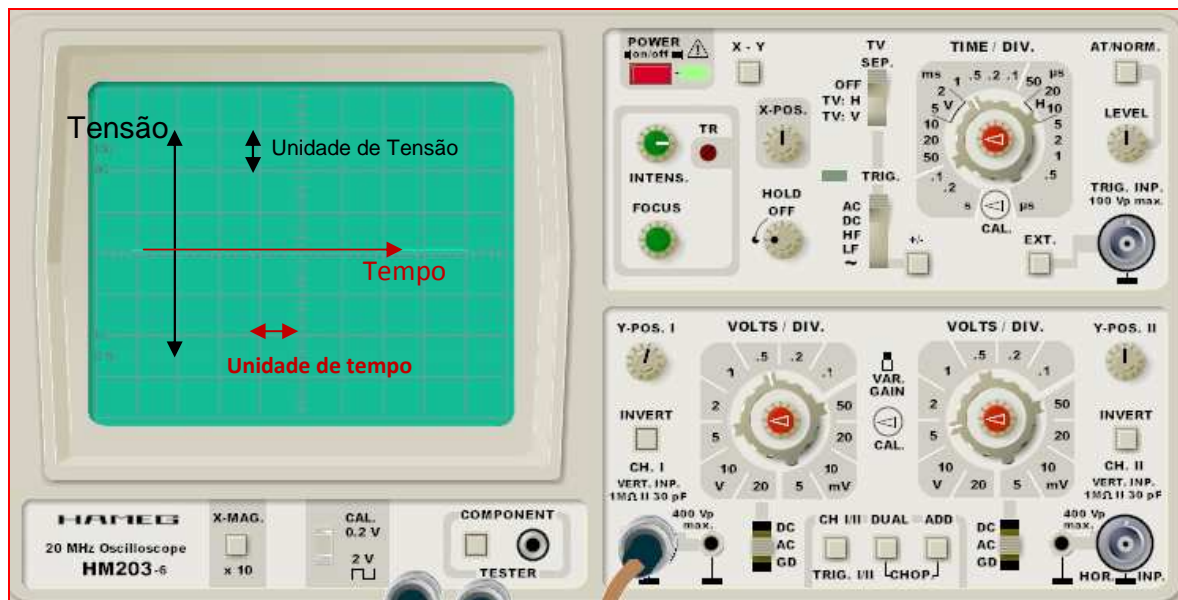
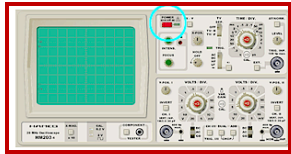
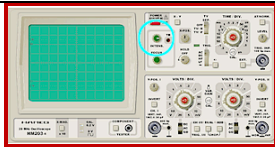
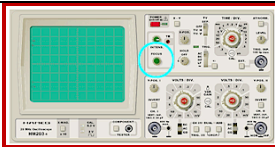

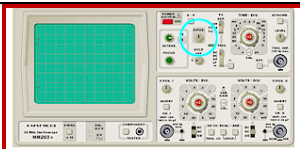
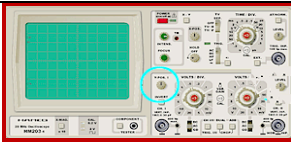
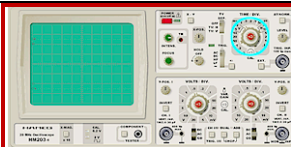



Figura 1

Analisa a seguinte tabela que resume as aplicações mais importantes do osciloscópio digital:

Comando	Descrição	Imagem
(1) Power (On/ Off)	O botão "Power" é usado para ligar/ desligar o osciloscópio. Um osciloscópio real precisa de um tempo de aquecimento antes de poder exibir um sinal no ecrã. Porém, nesta simulação foi anulado esse tempo de espera.	
(2) INTENS.	Este comando permite regular o brilho no ecrã.	
(3) FOCUS	Ao rodar o botão correspondente a este comando, podes focar a imagem no ecrã do osciloscópio.	
(4) CABOS	Os quatros cabos (púrpura, azul, verde e castanho) encontram-se na parte inferior da simulação e podem ser arrastados para um dos conetores de entrada de sinal do osciloscópio virtual, usando o rato do pc. Cada cabo irá apresentar um sinal diferente no ecrã do osciloscópio.	
(5) X- POS	Com o botão " X- Pos" é possível deslocar o sinal para a esquerda e para a direita.	
(6) Y- POS. I	Com o botão " Y- Pos I" é possível deslocar o sinal para cima e para baixo.	
(7) TIME- DIV	A "Time- Div" permite escolher a escala de tempo. A "divisão" indicada por esse botão corresponde a um quadrado horizontal no ecrã do osciloscópio (fig.1).	
(8) VOLTS- DIV	A "Volts- Div" permite escolher a escala de tensão. A "divisão" indicada por esse botão corresponde a um quadrado vertical no ecrã do osciloscópio (fig.1).	



VAMOS EXPLORAR A SIMULAÇÃO...

- ✓ Liga o osciloscópio (comando (1)), regula a intensidade e procede à focagem do sinal visualizado no ecrã (comandos (2) e (3)).
- ✓ Arrasta o cabo verde (comando (4)) para o conetor de entrada *CH I* do osciloscópio virtual (**figura 2**) e verifica se o botão correspondente ao comando TIME/ DIV se encontra totalmente rodado para a esquerda.

1. O que observas no ecrã do osciloscópio?





2. Faz um esboço do sinal no ecrã do osciloscópio (**figura 2**) e mede o período da onda.

Representação gráfica da onda:

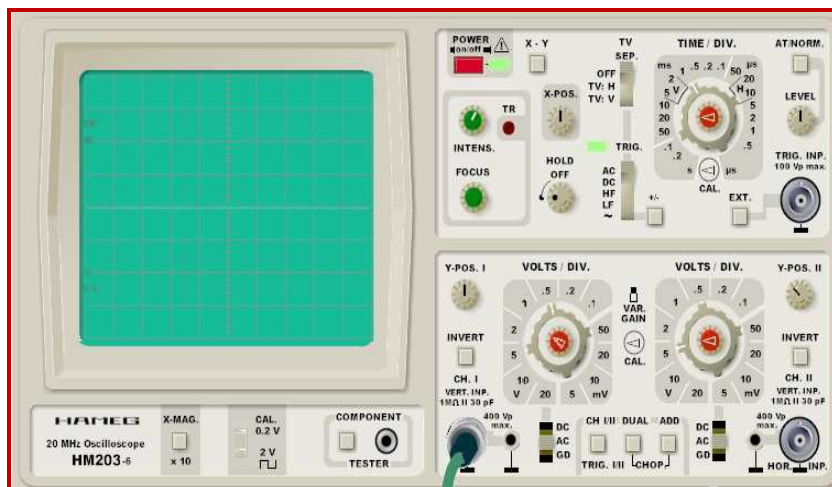


Figura 2

Medição do período da onda:

(Apresenta todos os cálculos e o valor no SI).

3. Determina o valor da frequência do sinal e apresenta o resultado na unidade do SI.



4. Indica o significado do valor determinado na questão anterior.





AS MINHAS CONCLUSÕES...

5. Que informação nos é fornecida no eixo horizontal de um osciloscópio e que grandeza física podemos calcular?



☐ Tempo; ☐ Comprimento de onda; ☐ Amplitude; ☐ Frequência; ☐ Tensão; ☐ Período.

(Selecione as opções corretas).

6. Que informação nos é fornecida no eixo vertical de um osciloscópio e que grandeza física podemos calcular?

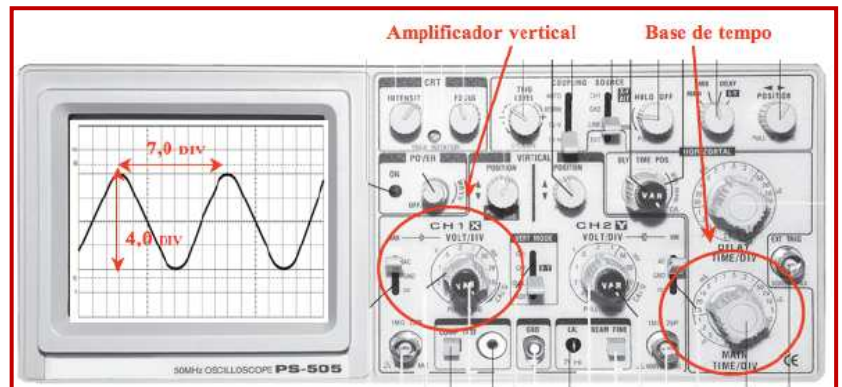


☐ Tempo; ☐ Comprimento de onda; ☐ Amplitude; ☐ Frequência; ☐ Tensão; ☐ Período.

(Selecione as opções corretas).

7. No ecrã de um osciloscópio está representado um sinal proveniente de uma medição realizada no laboratório de física (figura 4). A base de tempo foi colocada em 5 ms/Div e o amplificador vertical colocado em 2 V/Div.

Figura 4



7.1. Mede o período do sinal e apresenta o seu valor no SI.

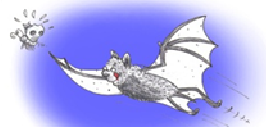
7.2. Determine a frequência do sinal e apresenta o seu valor no SI.



AGRUPAMENTO VERTICAL DE ESCOLAS DE FRAZÃO

ESCOLA E.B. 2,3 DE FRAZÃO

CLUBE DE CIÊNCIAS FÍSICO-QUÍMICAS



RESE 4 – OUVIR UMA ÚNICA FONTE SONORA



INTRODUÇÃO

O *software* educativo “**Ouvir uma única fonte sonora**” promove o estudo dos temas: 1.3. – Características das Ondas e 1.4. – Os atributos do som. Poderás explorá-lo no seguinte sítio da internet: http://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/sound, permitindo-te aliar a diversão ao conhecimento científico.

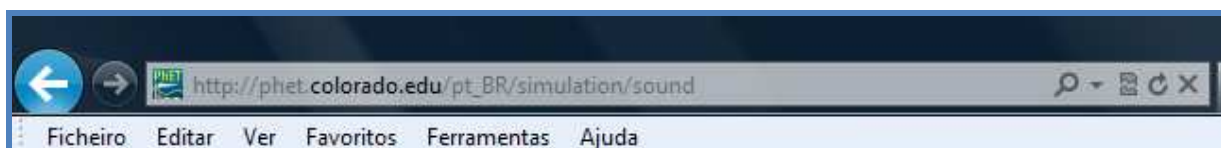
Neste Roteiro de Exploração de *Software* Educativo (**RESE**) serás convidado(a) a acionar alguns botões, a observares a animação e a responderes a um conjunto de questões.

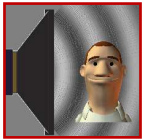
Boa diversão!



ENTRAR NA SIMULAÇÃO

Para acederes a esta aplicação educativa deverás escrever o seguinte endereço no navegador da internet: http://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/sound.





VAMOS EXPLORAR A SIMULAÇÃO...

- ✓ Selecciona a opção “Use Já!”, de forma a acederes à simulação (**figura 1**).

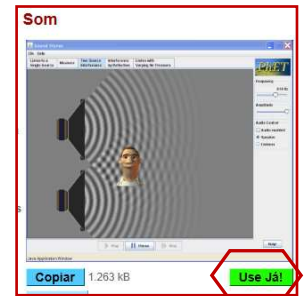


Figura 1

- ✓ Pressiona a opção “Ouvir uma única fonte” (**figura 2**).

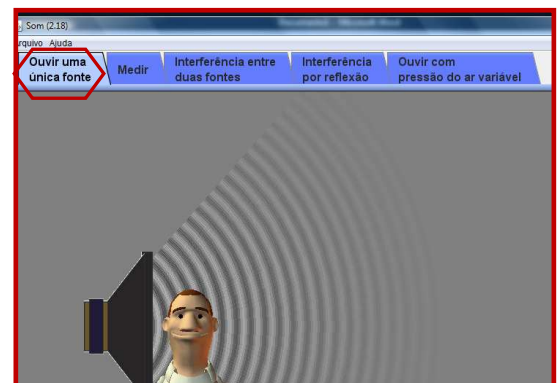


Figura 2

- ✓ Coloca, com auxílio do rato do teu computador, o ouvinte na posição o mais distanciada possível.
- ✓ No canto superior direito da tua simulação selecciona as opções indicadas na **figura 3** ($f = 465 \text{ Hz}$; $A =$ metade do alcance da barra; “áudio ativado”; “alto-falante”).
(Nota que no software educativo onde se lê “alto-falante”, deve ler-se altifalante e onde se lê “olvinte”, deve ler-se ouvinte).



Figura 3

- ✓ Selecciona a opção *Play* e prepara-te para ouvires com atenção o som emitido por uma fonte sonora e observar as características da onda produzida.

1. Faz um pequeno esboço na **figura 4** do que se apresenta no simulador e regista as tuas observações.



Representação da onda sonora:

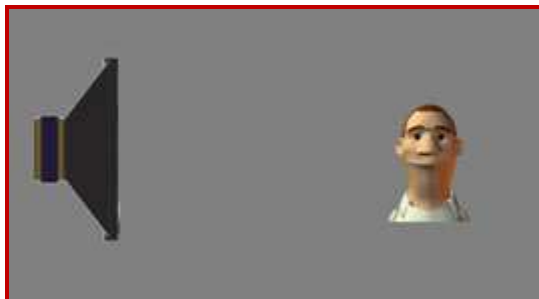


Figura 4

Registo das observações:

2. Desloca o cursor referente ao valor da **amplitude** da onda para o seu **valor máximo** e de seguida, faz um esboço na **figura 5** do que se apresenta no simulador e regista as tuas observações, tendo o cuidado de comparar o som emitido com o da situação anterior.



Representação da onda:

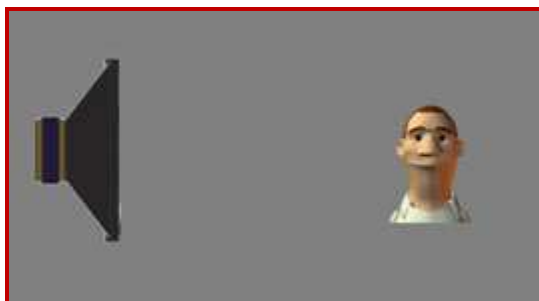


Figura 5

Registo das observações:

3. Explica, recorrendo a linguagem científica, por que motivo na situação referente à questão 2 a onda sonora apresenta um aspeto mais contrastante.



4. Desloca o cursor referente ao valor da **frequência** da onda para o seu **valor máximo ($f = 1000 \text{ Hz}$)** e de seguida, faz um esboço na **figura 6**, do que se apresenta no simulador e regista as tuas observações, tendo o cuidado de compara o som emitido com o da situação anterior.



Representação da onda:

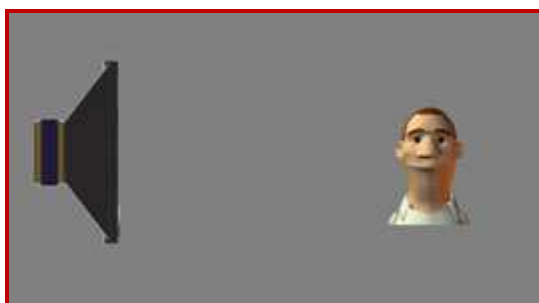


Figura 6

Registo das observações:

5. Faz variar a posição do cursor da frequência desde o valor mínimo ($f = 0 \text{ Hz}$) até ao valor máximo ($f = 1000 \text{ Hz}$) e explica por que motivo praticamente não é emitido som para valores de frequência inferiores a 20 Hz .



- ✓ No canto superior direito da tua simulação seleciona as opções indicadas na **figura 7** ($f = 465 \text{ Hz}$; $A =$ metade do alcance da barra; “áudio ativado”; “ouvilte”).

(Nota que no software educativo onde se lê “alto-falante”, deve ler-se altifalante e onde se lê “olvinte”, deve ler-se ouvinte).

- ✓ Seleciona a opção *Play* e prepara-te para ouvires com atenção o som emitido por uma fonte sonora e observar as características da onda produzida.

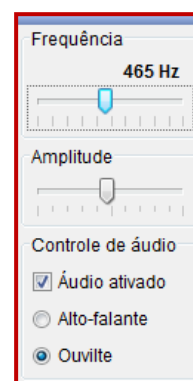


Figura 7

6. Com o auxílio do rato do teu computador, aproxima o ouvinte do altifalante e justifica o que observas, recorrendo a linguagem científica.





AS MINHAS CONCLUSÕES...

7. Faz a correspondência correta entre os elementos da coluna I e os da coluna II.

Coluna I	Coluna II
Som agudo Som forte Som grave Som fraco	A. Maior amplitude B. Fonte sonora mais distante C. Transfere menos energia D. Menor frequência E. Menor amplitude F. Maior frequência G. Transfere mais energia H. Fonte sonora mais próxima



Coluna I	1	2	3	4
Coluna II				



AGRUPAMENTO VERTICAL DE ESCOLAS DE FRAZÃO

ESCOLA E.B. 2,3 DE FRAZÃO

CLUBE DE CIÊNCIAS FÍSICO-QUÍMICAS



RESE 5 – O PIANO E OS ATRIBUTOS DO SOM



INTRODUÇÃO

O *software* educativo “**O piano e os atributos do som**” promove o estudo dos temas: 1.3. – As características das ondas; 1.4. – Os atributos do som. Poderás explorá-lo no seguinte sítio da internet:

http://physiquecollege.free.fr/physique_chimie_college_lycee/lycee/seconde/frequence_sons.htm permitindo-te aliar a diversão ao conhecimento científico.

Neste Roteiro de Exploração de *Software* Educativo (**RESE**) serás convidado(a) a acionar alguns botões, a observares a animação e a responderes a um conjunto de questões.

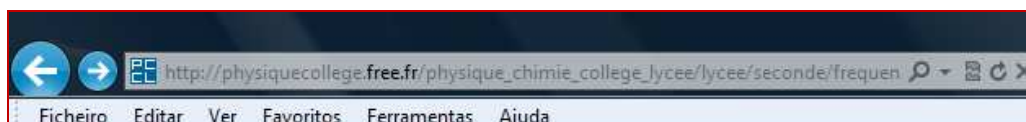
Boa diversão!



ENTRAR NA SIMULAÇÃO

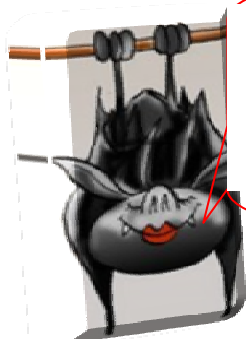
Para acederes a esta aplicação educativa deverás escrever o seguinte endereço no navegador da internet:

http://physiquecollege.free.fr/physique_chimie_college_lycee/lycee/seconde/frequence_sons.htm





TUTORIAL DO PIANO VIRTUAL





Estás preparado(a) para estudar sinais periódicos e visualizar no ecrã de um osciloscópio um sinal elétrico com as mesmas características da onda sonora, emitida pelas diversas notas musicais do teclado de um piano virtual?

Parte A – Osciloscópio:



Figura 1

Comando	Descrição	Imagem
(1) V/div	A “V/div” permite escolher a escala de tensão. A “divisão” indicada por esse botão corresponde a um quadrado vertical no ecrã do osciloscópio (figura 1).	
(2) ms/div	A “ms/div” permite escolher a escala de tempo. A “divisão” indicada por esse botão corresponde a um quadrado horizontal no ecrã do osciloscópio (figura 1).	

Parte B – Piano:

Um som musical emitido por qualquer nota do teclado de um piano é sempre um som composto, ou seja uma sobreposição de sons.

A cada um destes sons componentes corresponde uma onda harmónica sinusoidal (forma regular com cristas e vales idênticos), que será visualizada no ecrã do osciloscópio virtual, caso selecciones a opção “sinus” do teclado do piano (**figura 2**).



Figura 2

O som emitido pelo piano está baseado numa escala de oitavas, ou seja as notas repetem-se ao longo das teclas, mas com altura diferente. Da análise do teclado vemos um conjunto de teclas brancas e pretas, sendo que estas últimas ficam na parte superior, e a cada conjunto de 5 teclas pretas conta-se uma oitava (**figura 3**). As teclas brancas são compostas das notas naturais: dó-ré-mi-fá-sol-lá-si; já as teclas pretas são compostas de notas alteradas.

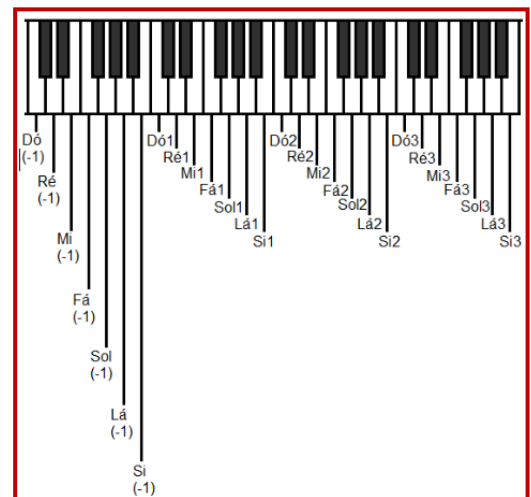
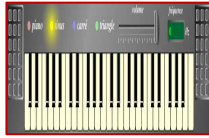


Figura 3

O teclado virtual do teclado irá informar-te do valor da frequência de cada nota musical de cada uma das quatro oitavas, bem como alterar o volume do som emitido (**Figura 2**).



VAMOS EXPLORAR A SIMULAÇÃO

- ✓ Liga o som do teu computador.
- ✓ Seleciona as opções: *Sinus*; cursor do volume o mais à direita possível; 2 V/div; 2 ms/div (**figura 4**).



Figura 4

- ✓ Pressiona as diversas teclas brancas e pretas do teclado do piano. Distingue as diferenças entre os sons emitidos e observa não só a frequência de cada nota musical, mas também o sinal elétrico representado no ecrã do osciloscópio virtual, com as mesmas características do som.
1. Na **figura 5**, identifica as quatro bandas de oitavas e as respetivas frequências de cada uma das notas musicais, emitida pelas teclas brancas do piano virtual.



Figura 5

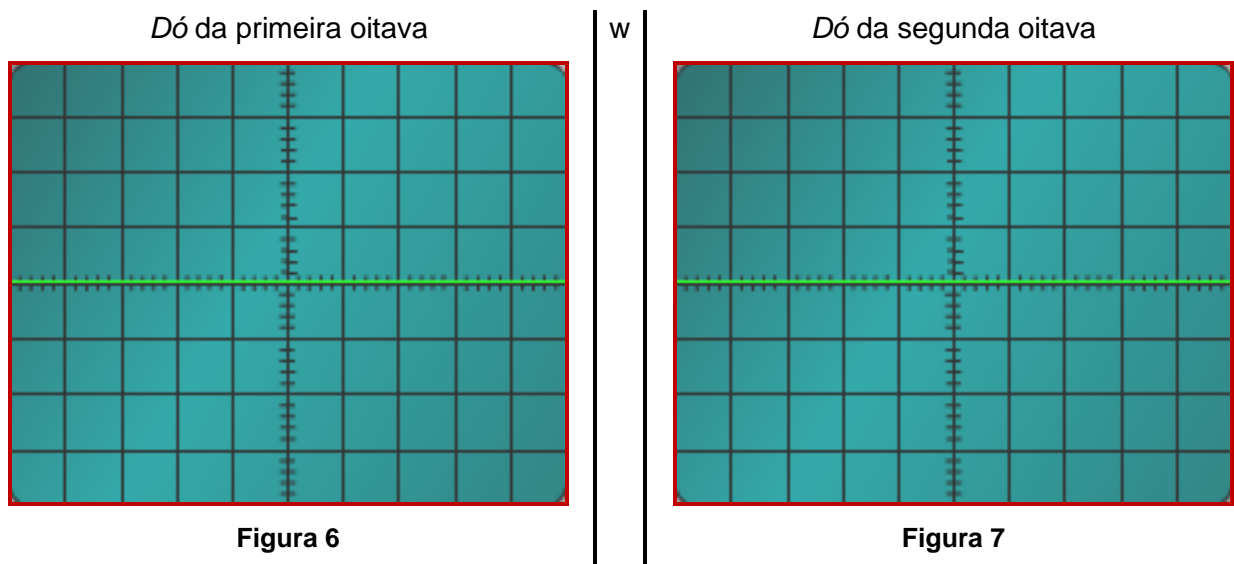
2. Qual a relação entre o valor da frequência do Dó da primeira oitava e o Dó da segunda oitava?



3. Como distingues o *Dó* da primeira oitava e o *Dó* da segunda oitava, quanto à altura do som? Justifica a tua resposta recorrendo a linguagem científica.



4. Nas **figuras 6 e 7**, faz um esboço da representação da onda sinusoidal apresentada no ecrã do osciloscópio, no caso do *dó* da primeira oitava e o *dó* da segunda oitava.



5. Os esboços efetuados na questão anterior estão em concordância com o que respondeste na questão 3? Fundamenta a tua resposta recorrendo a linguagem científica.



6. Se fizeres deslocar o cursor referente ao volume enquanto pressionas a mesma nota musical, que alterações observas no ecrã do osciloscópio? Como justificas as diferenças no som emitido?





AGRUPAMENTO VERTICAL DE ESCOLAS DE FRAZÃO

ESCOLA E.B. 2,3 DE FRAZÃO

CLUBE DE CIÊNCIAS FÍSICO-QUÍMICAS



RESE 6 – VELOCIDADE DE PROPAGAÇÃO DO SOM



INTRODUÇÃO

O *software* educativo “**Medir**” promove o estudo do tema: 1.5. – A propagação do som e a sua velocidade. Poderás explorá-lo no seguinte sítio da internet: http://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/sound, permitindo-te aliar a diversão ao conhecimento científico.

Neste Roteiro de Exploração de *Software* Educativo (**RESE**) serás convidado(a) a acionar alguns botões, a observares a animação e a responderes a um conjunto de questões.

Boa diversão!



ENTRAR NA SIMULAÇÃO

Para acederes a esta aplicação educativa deverás escrever o seguinte endereço no navegador da internet: http://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/sound.





VAMOS EXPLORAR A SIMULAÇÃO...

- ✓ Selecciona a opção “Use Já!”, de forma a acederes à simulação (figura 1).

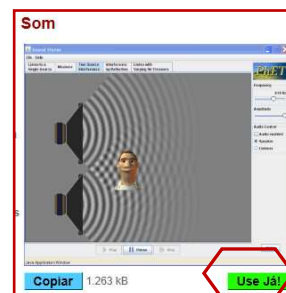


Figura 1

- ✓ Pressiona a opção “Medir” (figura 2).

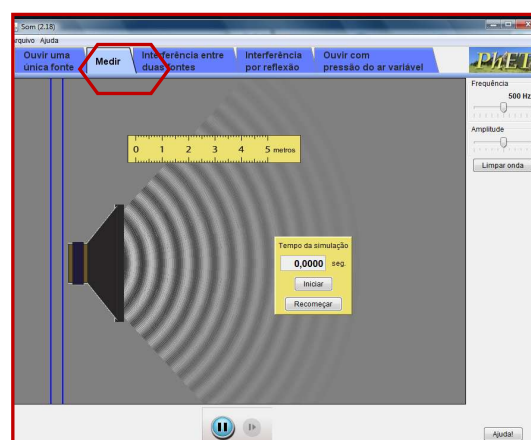


Figura 2

- ✓ Arrasta as retas azuis, para que estas fiquem paralelas e distanciadas de 5 metros (figura 3).
- ✓ Coloca o início da escala da régua coincidente com a reta azul mais à tua direita (figura 3).
- ✓ Desloca a caixa alusiva ao “tempo da simulação” para as proximidades da opção *play* (figura 3).
- ✓ No canto superior direito arrasta os cursores, de forma a definir as grandezas físicas ($f = 20 \text{ Hz}$ e $A =$ metade da escala).

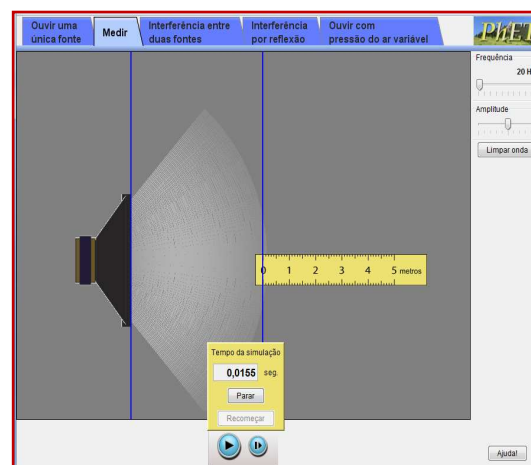


Figura 3

- ✓ Selecciona as opções “limpar onda”, “recomeçar” e “iniciar” (estas duas últimas opções encontram-se na caixa “tempo de simulação”).
- ✓ Pressiona a opção *play* e no instante em que a onda se propagou até à reta azul mais à direita, selecciona a opção *pause*.
- ✓ Faz a leitura da distância percorrida pela onda e regista o intervalo de tempo respetivo. (Se necessitares de repetir a tua experiência, não te esqueças que para o cronómetro virtual voltar a zero, é necessário pressionares previamente a opção “parar”).

- ✓ Faz um esboço do que observas (**figura 4**), regista os dados e efetua o cálculo da velocidade de propagação da onda.

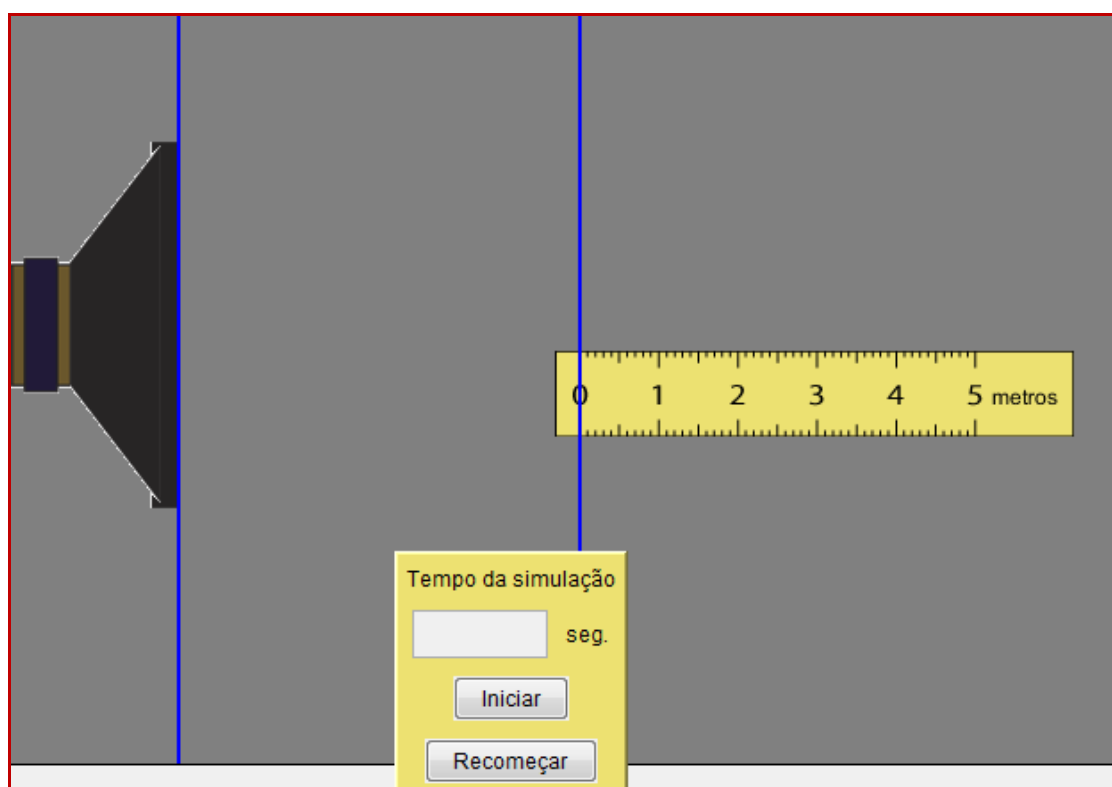


Figura 4



Dados:

$d =$ _____

$\Delta t =$ _____

Determinação da velocidade de propagação da onda:

- ✓ No canto superior direito arrasta o cursor, de forma a definir as grandezas físicas ($f = 1000 \text{ Hz}$ e $A = \text{metade da escala}$).

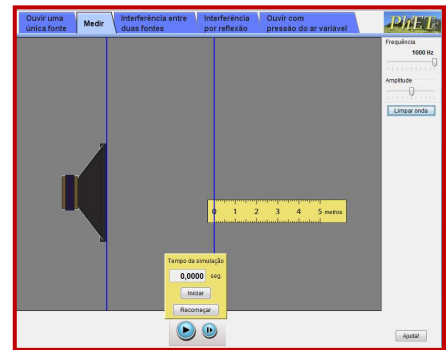


Figura 5

- ✓ Seleciona as opções “limpar onda”, “recomeçar” e “iniciar”.
- ✓ Pressiona a opção *play* e no instante em que a onda se propagou até à reta azul mais à direita, seleciona a opção *pause*.
- ✓ Faz a leitura da distância percorrida pela onda e regista o respetivo intervalo de tempo. (Se necessitares repetir a tua experiência, não te esqueças que para o cronómetro virtual voltar a zero, é necessário pressionares previamente a opção “parar”).
- ✓ Faz um esboço do que observas (**figura 6**), regista os dados e efetua o cálculo da velocidade de propagação da onda.

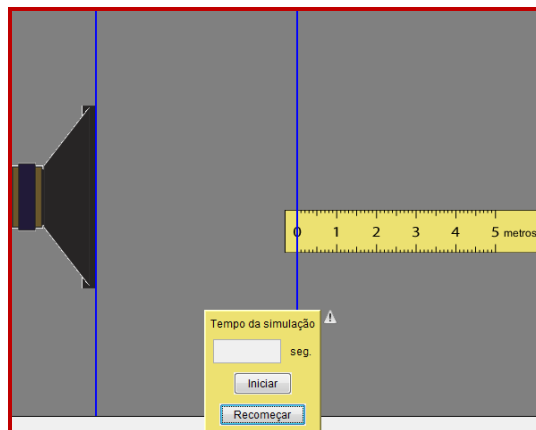


Figura 6

Dados:

$d =$ _____

$\Delta t =$ _____

Determinação da velocidade de propagação da onda:

- ✓ Sabendo que nesta última experiência o valor da frequência definida foi de 1 000 Hz, determina o valor do período da onda.



- ✓ Compara o valor do período obtido com o intervalo de tempo de propagação da onda, quando se definiu uma frequência de 1 000 Hz. Justifica a tua resposta, recorrendo a linguagem científica.



AS MINHAS CONCLUSÕES...

1. Com a exploração deste simulador tiveste a oportunidade de fazer variar a frequência da onda sonora. Como distingues os sons emitidos quanto ao seu atributo? Justifica a tua resposta, recorrendo a linguagem científica.



2. Ao experimentares fazer variar o valor da amplitude da onda, certamente irás verificar que quanto maior o valor da referida grandeza física a onda apresenta um aspeto mais contrastante. Como justificas este facto?





AGRUPAMENTO VERTICAL DE ESCOLAS DE FRAZÃO

ESCOLA E.B. 2,3 DE FRAZÃO

CLUBE DE CIÊNCIAS FÍSICO-QUÍMICAS



RESE 7 – OUVIR COM PRESSÃO DO AR VARIÁVEL



INTRODUÇÃO

O *software* educativo “**Medir**” promove o estudo do tema: 1.5. – A propagação do som e a sua velocidade. Poderás explorá-lo no seguinte sítio da internet: http://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/sound, permitindo-te aliar a diversão ao conhecimento científico.

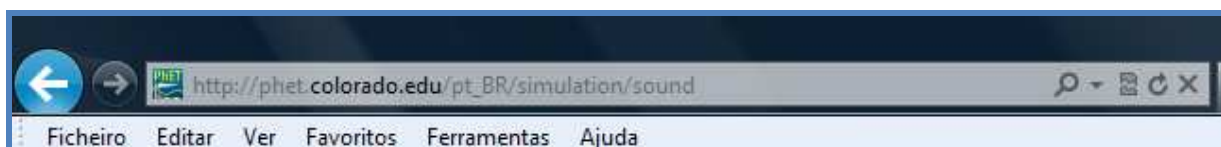
Neste Roteiro de Exploração de *Software* Educativo (**RESE**) serás convidado(a) a acionar alguns botões, a observares a animação e a responderes a um conjunto de questões.

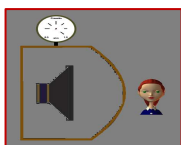
Boa diversão!



ENTRAR NA SIMULAÇÃO

Para acederes a esta aplicação educativa deverás escrever o seguinte endereço no navegador da internet: http://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/sound.





VAMOS EXPLORAR A SIMULAÇÃO...

- ✓ Selecciona a opção “Use Já!”, de forma a acederes à simulação (**figura 1**).

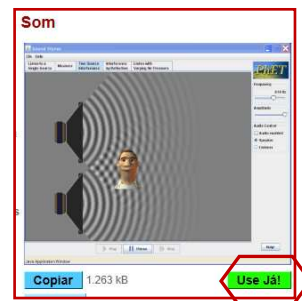


Figura 1

- ✓ Pressiona a opção “Ouvir com pressão do ar variável” (**figura 2**).

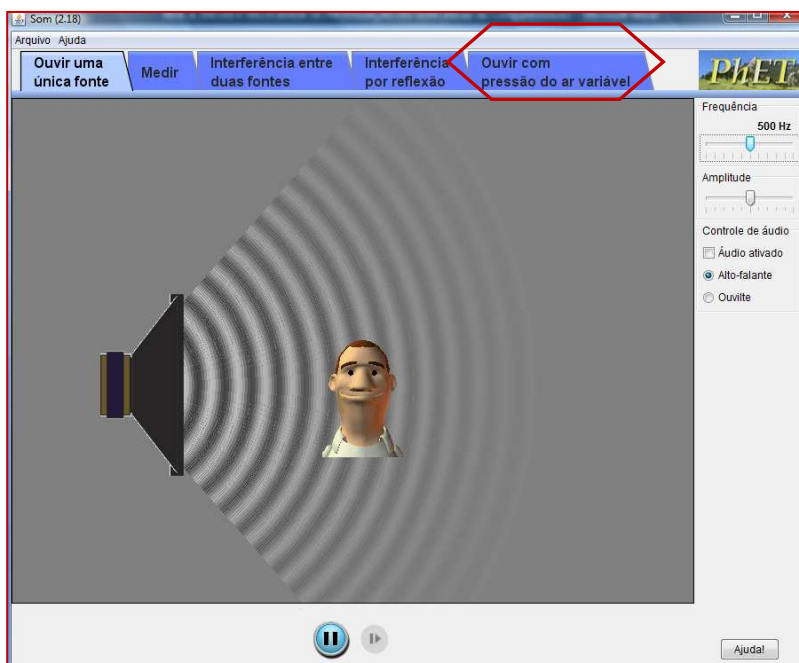


Figura 2

- ✓ No canto superior direito arrasta os cursores, de forma a definir as grandezas físicas: $f = 500 \text{ Hz}$ e $A =$ metade da escala (**figura 3**).
- ✓ Selecciona as opções “áudio ativado” e “ouvilte” (**figura 3**).
(Onde se lê “ouvilte” deveria ler-se “ouvinte”).
- ✓ Ouve o som emitido pelo altifalante e observa a onda sonora e o valor da pressão indicada no barómetro (instrumento de medida que se encontra no canto superior esquerdo).

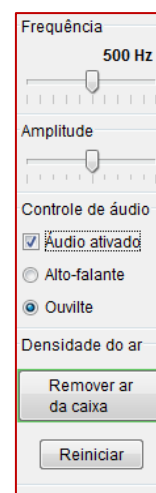


Figura 3

- ✓ Na **figura 4** faz um esboço do que observas e regista as tuas observações.

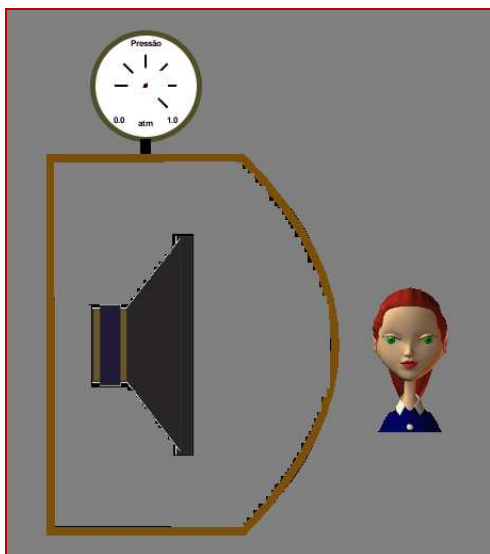


Figura 4

Registo de observações:

- ✓ Selecciona a opção “**remover ar da caixa**”.

- ✓ Na **figura 5** faz um esboço do que observas e regista as tuas observações.

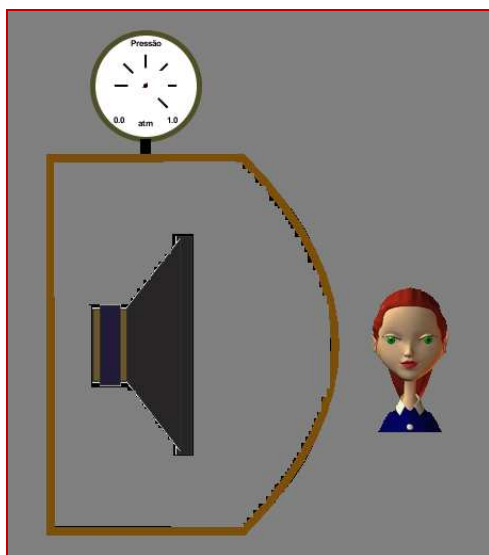


Figura 5

Registo de observações:



AS MINHAS CONCLUSÕES...

1. À medida que era extraído o ar, o que observaste? Justifica a tua resposta, recorrendo a linguagem científica.



2. Explica, recorrendo a linguagem científica, por que motivo os astronautas usam intercomunicadores, para comunicarem no espaço.





AGRUPAMENTO VERTICAL DE ESCOLAS DE FRAZÃO

ESCOLA E.B. 2,3 DE FRAZÃO

CLUBE DE CIÊNCIAS FÍSICO-QUÍMICAS



RESE 8 – ONDA NUMA CORDA



INTRODUÇÃO

O *software* educativo **Onda numa corda** promove o estudo dos temas: 1.2. – Ondas; 1.3. – As características das ondas; 1.5. – A propagação do som e a sua velocidade. Poderás explorá-lo no seguinte sítio da internet: http://phet.colorado.edu/sims/wave-on-a-string/wave-on-a-string_en.html permitindo-te aliar a diversão ao conhecimento científico.

Neste Roteiro de Exploração de *Software* Educativo (**RESE**) serás convidado(a) a acionar alguns botões, a observares a animação e a responderes a um conjunto de questões.

Boa diversão!



ENTRAR NA SIMULAÇÃO

Para acederes a esta aplicação educativa deverás escrever o seguinte endereço no navegador da internet:

http://phet.colorado.edu/sims/wave-on-a-string/wave-on-a-string_en.html





VAMOS EXPLORAR A SIMULAÇÃO...



Estás preparado(a) para estudar a propagação de uma perturbação impressa à extremidade da corda, analisar as características da onda e medir a respetiva velocidade de propagação?

- ✓ Pressiona a opção *oscillate* (oscilar), tal como indicado na **figura 1**.

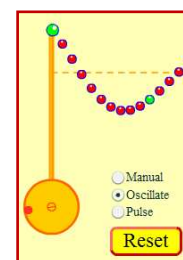


Figura 1

- ✓ Selecciona as opções indicadas na **figura 2**: Amplitude = 80; *Frequency* (frequência) = 10; *damping* (amortecimento) = 56; *Tension* (tensão) = cursor no meio da escala; *Rulers* (réguas); *Timer* (cronómetro).

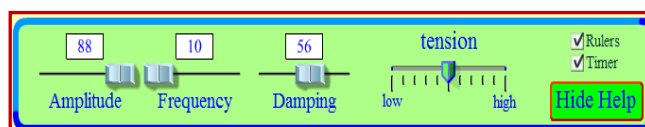


Figura 2*

*(Nota: Os valores da amplitude e da frequência, indicados na **figura 2**, não correspondem aos verdadeiros valores das respetivas grandezas físicas, mas são valores percentuais).

- ✓ Arrasta a régua vertical e horizontal, tal como indicado na **figura 3**. A origem da régua horizontal deverá ser colocada na posição em que o primeiro ponto verde alcança o ponto máximo da crista. A origem da régua vertical deverá estar posicionada na posição de equilíbrio da oscilação.

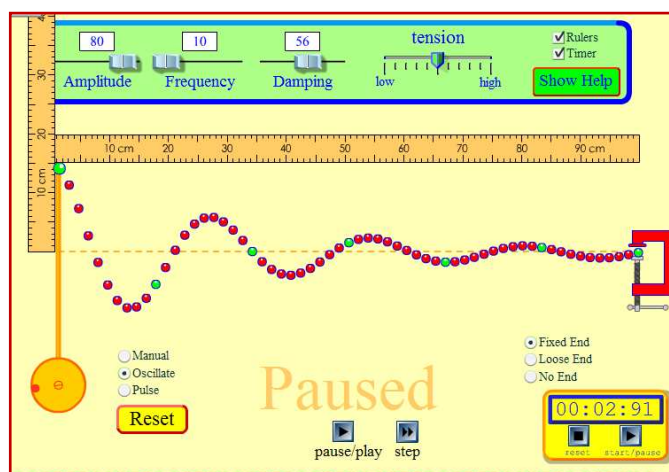
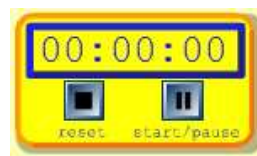


Figura 3

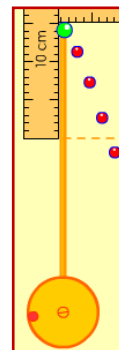
- ✓ No cronómetro virtual selecciona a opção *Start/ Stop* (**figura 4**).

Figura 4



- ✓ Pressiona continuamente a opção *Step*, para que a perturbação complete uma oscilação completa. (Em caso de dúvida poderás saber quando a perturbação completou uma volta completa, se olhares para a bola vermelha que se encontra no interior do disco indicado na **figura 5**).

Figura 5



1. O impulso que é dado à extremidade da corda produz uma onda longitudinal ou transversal? Justifica a tua resposta, recorrendo a linguagem científica.



2. Após a corda ter completado uma oscilação completa regista os valores das grandezas físicas seguintes:



Período (T) =

Amplitude (A) =

Comprimento de onda (λ) =

(Apresenta todos os valores nas unidades do Sistema Internacional).

3. Determina o valor da frequência do sinal. (Indica todos os cálculos efetuados e apresenta o valor final na unidade do Sistema Internacional).



4. Determina o valor da velocidade da perturbação. (Indica todos os cálculos efetuados e apresenta o valor final na unidade do Sistema Internacional).



Dados:	Cálculos:
<div></div>	<div></div>

5. Que alteração observas na propagação da oscilação na corda, quando se faz aumentar a frequência da onda, se fizeres arrastar para a direita o cursor *frequency*? Justifica a tua resposta recorrendo a linguagem científica.



6. Que alteração observas na propagação da oscilação na corda, quando se faz diminuir a amplitude da onda, se fizeres arrastar para a esquerda o cursor Amplitude? Justifica a tua resposta recorrendo a linguagem científica.





AGRUPAMENTO VERTICAL DE ESCOLAS DE FRAZÃO

ESCOLA E.B. 2,3 DE FRAZÃO

CLUBE DE CIÊNCIAS FÍSICO-QUÍMICAS



RESE 9 – UM EXEMPLO DO EFEITO DOPPLER



INTRODUÇÃO

O *software* educativo “**Um exemplo do efeito Doppler**” irá permitir-te alargar os teus conhecimentos no âmbito do tema “O som e a audição”.

Poderás explorá-lo no seguinte sítio da internet: http://www.walter-fendt.de/ph14br/dopplereff_br.htm permitindo-te aliar a diversão ao conhecimento científico.

Neste Roteiro de Exploração de *Software* Educativo (**RESE**) serás convidado(a) a acionar alguns botões, a observares a animação e a responderes a um conjunto de questões.

Boa diversão!

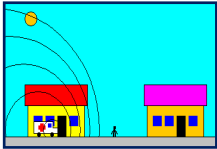


ENTRAR NA SIMULAÇÃO

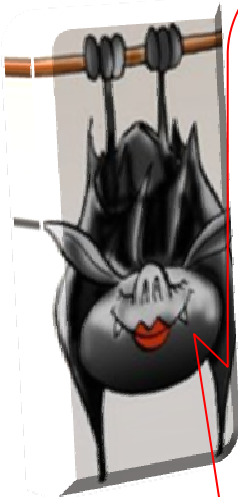
Para acederes a esta aplicação educativa deverás escrever o seguinte endereço no navegador da internet:

http://www.walter-fendt.de/ph14br/dopplereff_br.htm





VAMOS EXPLORAR A SIMULAÇÃO...



Imagina que és condutor(a) de uma ambulância, “abrindo caminho” à tua frente tão depressa quanto possível, através do trânsito da cidade de Paços de Ferreira.

Ligavas a sirene, que emite um som com frequência constante. À medida que te apressavas em direção ao hospital, passavas por pessoas que estavam na paragem do autocarro.

Agora vamos imaginar que estavas na paragem do autocarro a observar com atenção a passagem da ambulância.

Será que na condição de motorista e na de observador(a), irás percecionar o som emitido pela sirene da ambulância de igual forma?

- ✓ Pressiona a opção “Renício” (**figura 1**) e observa a representação da onda sonora.
(Nota: Onde se lê: “Renício”, deve ler-se “Reinício”).)

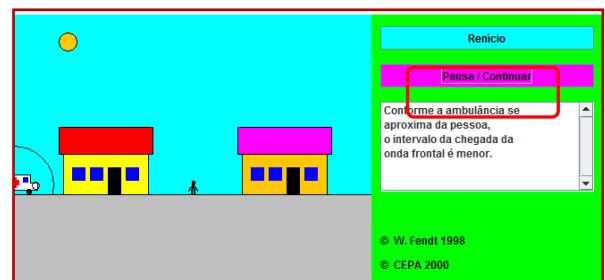


Figura 1

- ✓ Quando a ambulância se encontrar perto do observador (**figura 2**), situado entre as duas casas, seleciona a opção “Pausa/ Continuar”.

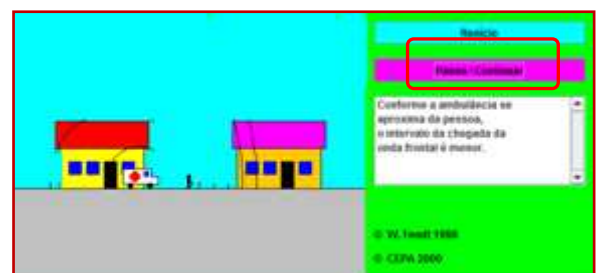


Figura 2

1. Representa na **figura 3** a onda sonora emitida pela sirene da ambulância, tal como indicado no *software* educativo e seguidamente faz a representação da variação da pressão em função da distância.



Figura 3

Gráfico da variação da pressão em função da distância:



- ✓ Selecciona novamente a opção “Pausa/ Continuar” e observa.
- ✓ Quando a ambulância se encontrar após a casa mais à direita selecciona a opção “Pausa/ Continuar” e observa.

2. Representa na **figura 4** a onda sonora emitida pela sirene da ambulância, tal como indicado no *software* educativo e seguidamente faz a representação da variação da pressão em função da distância.

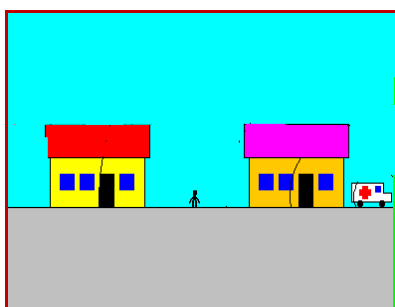
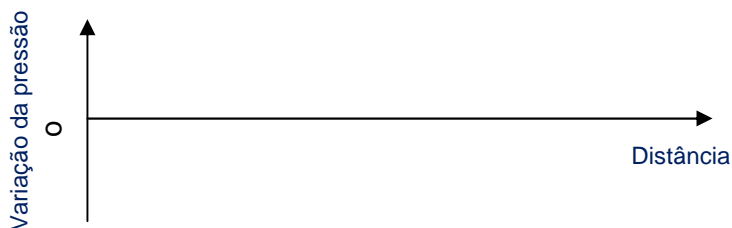


Figura 4

Gráfico da variação da pressão em função da distância:



3. Compara as respostas das questões anteriores e regista uma conclusão, utilizando linguagem científica.



4. Compara o valor da frequência recebida pelo observador (f_{obs}) com a frequência emitida pela fonte (f), quando a ambulância se:

4.1. aproxima do observador.



4.2. afasta do observador.



5. Após a representação das ondas sonoras, classifica o som quanto à altura quando a ambulância se:

5.1. aproxima do observador.



5.2. afasta do observador.



6. Formula uma resposta, utilizando linguagem científica, para a questão lançada pelo morcego da tua RESE.





AGRUPAMENTO VERTICAL DE ESCOLAS DE FRAZÃO

ESCOLA E.B. 2,3 DE FRAZÃO

CLUBE DE CIÊNCIAS FÍSICO-QUÍMICAS



RESE 10 – RÉGUA DE SOM INTERATIVO



INTRODUÇÃO

O *software* educativo “**Régua de som interativo**” promove o estudo do tema: 1.7. – Nós e os sons. Poderás explorá-lo no seguinte sítio da internet: <http://www.nidcd.nih.gov/health/education/decibel/pages/decibel.aspx>, permitindo-te aliar a diversão ao conhecimento científico.

Neste Roteiro de Exploração de *Software* Educativo (**RESE**) serás convidado(a) a acionar alguns botões, a observares a animação e a responderes a um conjunto de questões.

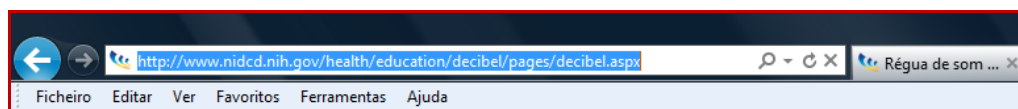
Boa diversão!

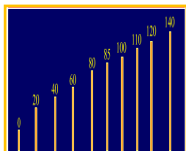


ENTRAR NA SIMULAÇÃO

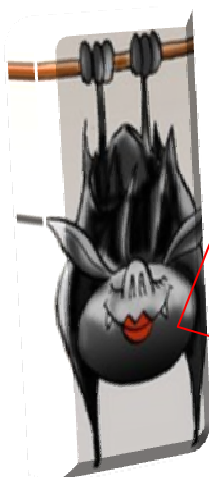
Para acederes a esta aplicação educativa deverás escrever o seguinte endereço no navegador da internet:

<http://www.nidcd.nih.gov/health/education/decibel/pages/decibel.aspx>





VAMOS EXPLORAR A SIMULAÇÃO...



Há sons que não conseguimos ouvir apesar de terem frequências compreendidas entre 20 a 20 000 Hz.

De que grandeza física depende também a capacidade de ouvirmos um som, para além da frequência?

O que significam as expressões: “limiar de audição” e “limiar de dor”?

- ✓ Lê a informação facultada e pressiona a opção “Click to Start” (figura 1).

(Este software educativo está também disponível *on-line*, na versão em espanhol, bastando para tal seleccionar esta opção no canto superior direito).

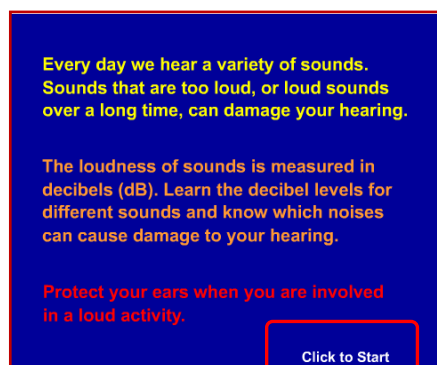


Figura 1

- ✓ Arrasta sucessivamente o cursor do rato do teu computador pela régua de som, de forma a ouvires o som emitido e visualizares a legenda correspondente a cada uma das dez régua de níveis sonoros diferentes (figura 2).

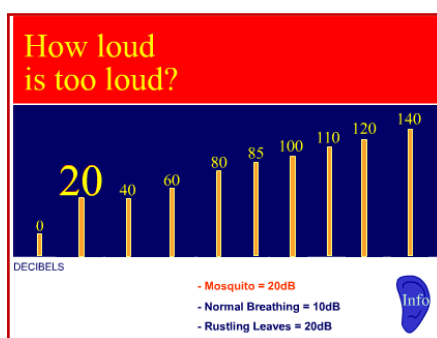
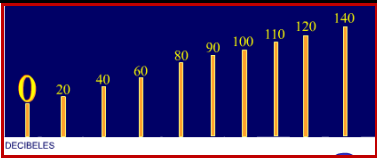

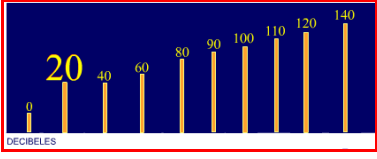

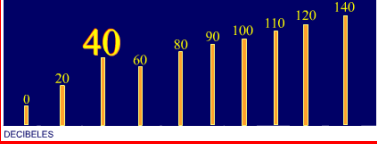

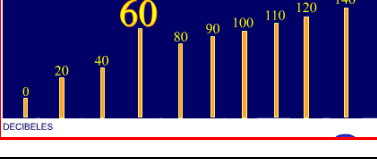

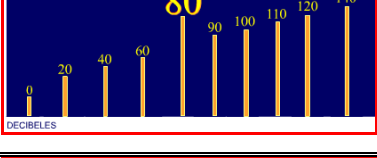

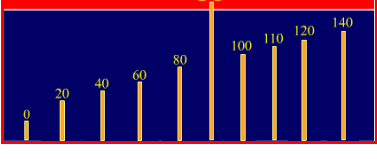

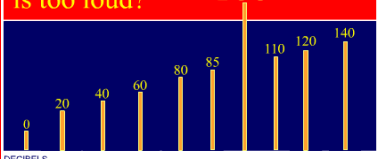

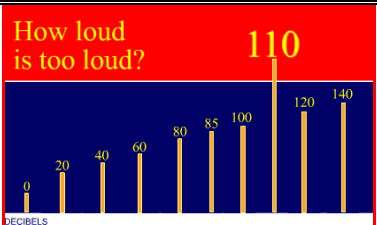

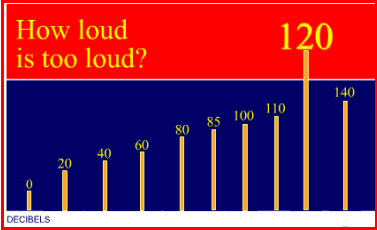

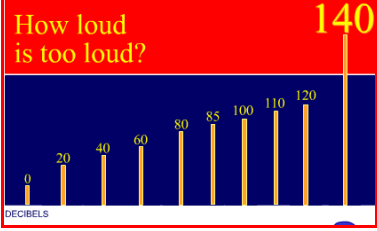



Figura 2

1. Regista na tabela seguinte a legenda associada a cada uma das dez régua de níveis sonoros.

Imagem	Legenda
 <p>DECIBELES</p>	 <hr/> <hr/>
 <p>DECIBELES</p>	 <hr/> <hr/>
 <p>DECIBELES</p>	 <hr/> <hr/>
 <p>DECIBELES</p>	 <hr/> <hr/>
 <p>DECIBELES</p>	 <hr/> <hr/>
<p>How loud is too loud? 85</p>  <p>(*)</p>	 <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>
<p>How loud is too loud? 100</p>  <p>DECIBELS</p>	 <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>
<p>How loud is too loud? 110</p>  <p>DECIBELS</p>	 <hr/> <hr/> <hr/>

	 <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>
	 <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>

(*)Na versão em espanhol a régua de 85 dB foi substituída pelo valor de 90 dB. Porém, a legenda é igual.

2. Formula uma resposta, utilizando linguagem científica, para cada uma das questões lançada pelo morcego da tua RESE.



3. No *software* educativo é referido que não se recomenda mais de 15 minutos de exposição a 100 dB, sem proteção sonora. Como se podem proteger os ouvidos?



4. Pesquisa na página 35 do teu manual (Física e Química na Nossa Vida – Sustentabilidade na Terra) como se designa o aparelho que permite medir o nível sonoro e a unidade em que vem expressa.





AGRUPAMENTO VERTICAL DE ESCOLAS DE FRAZÃO

ESCOLA E.B. 2,3 DE FRAZÃO

CLUBE DE CIÊNCIAS FÍSICO-QUÍMICAS



RESE 11 – ONDA SONORA INTERATIVA



INTRODUÇÃO

O *software* educativo “**Onda sonora interativa**” irá permitir-te perceber como é que uma onda sonora “viaja” no ar, quando a fonte sonora se encontra em repouso e se movimenta, a velocidade inferior e superior à velocidade de propagação do som no ar.

Poderás explorá-lo no seguinte sítio da internet: <http://www.grc.nasa.gov/WWW/K-12/airplane/sndwave.html> permitindo-te aliar a diversão ao conhecimento científico.

Neste Roteiro de Exploração de *Software* Educativo (**RESE**) serás convidado(a) a deslocares alguns cursores, a observares a animação e a responderes a um conjunto de questões.

Boa diversão!



ENTRAR NA SIMULAÇÃO

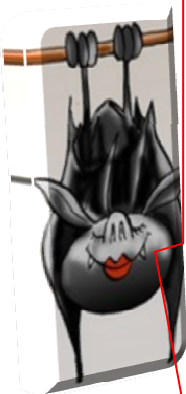
Para acederes a esta aplicação educativa deverás escrever o seguinte endereço no navegador da internet:

<http://www.grc.nasa.gov/WWW/K-12/airplane/sndwave.html>





TUTORIAL DA SIMULAÇÃO



O astronauta Neil Armstrong foi um dos primeiros pilotos que venceu a “barreira do som”, tendo pilotou um avião foguete.

A Agência Aeronáutica e Espacial Japonesa (JAVA) tem como meta apresentar em 2025 um aparelho capaz de voar a uma velocidade entre Mach (M) 1,6 e Mach (M) 2,0 e com um consumo de combustível uma vez e meia inferior à do Concorde.

✓ **Como se designam os aviões que ultrapassam a “barreira do som”?**

✓ **O que é o número de Mach (M)?**

Quando um objeto se move na atmosfera, ele choca com as partículas do meio, que se encontram em repouso. Em resultado desses choques, formam-se ondas que se propagam no espaço em todas as direções com a velocidade da onda sonora.

A fim de viajar mais rápido que a velocidade do som, a fonte sonora precisa ser capaz de romper a onda de choque e nesta situação os observadores percecionam um ruído de grande intensidade, ou também designado por estrondo sónico (*sonic boom*); que é causado por uma variação repentina da pressão no ar. Quando uma fonte sonora viaja mais rápido que o

som, está a viajar a uma velocidade supersónica.

Uma fonte sonora a viajar à velocidade do som, o número de Mach (M) corresponde a 1. Mach (M) 2 é o

dobro da velocidade do som.

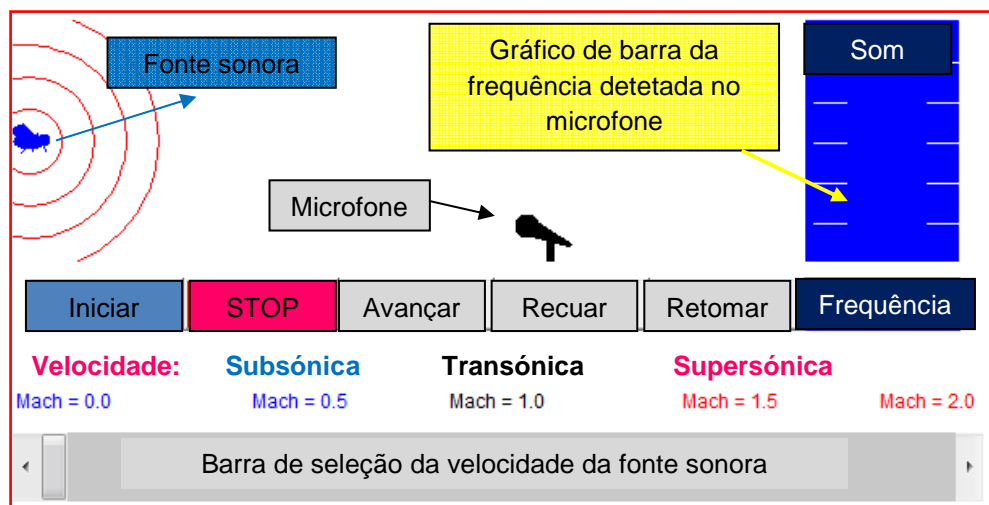
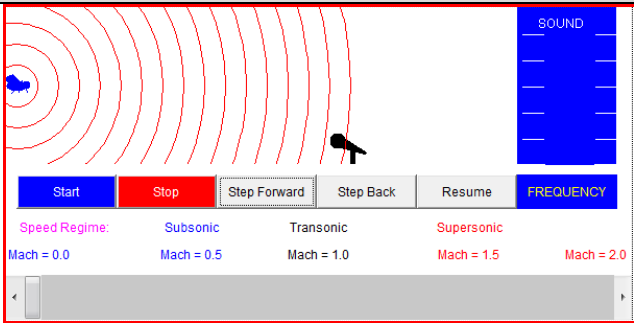
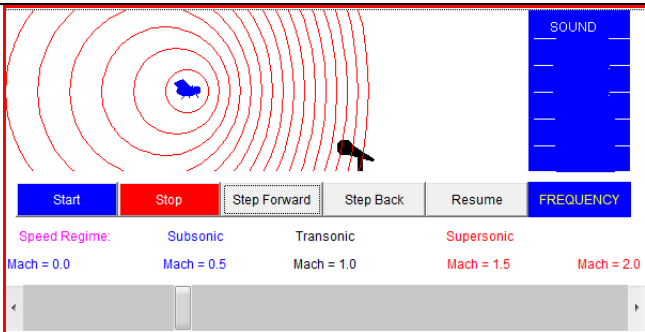
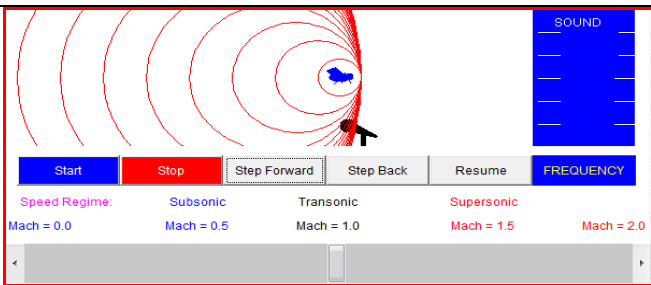


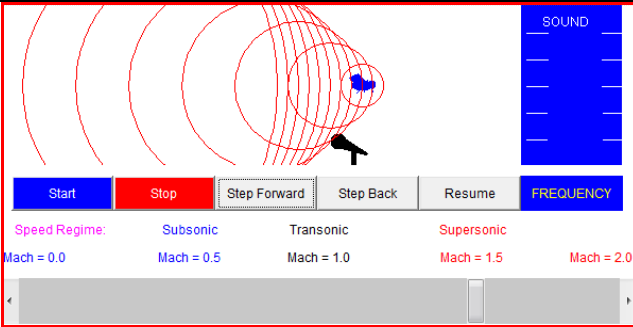
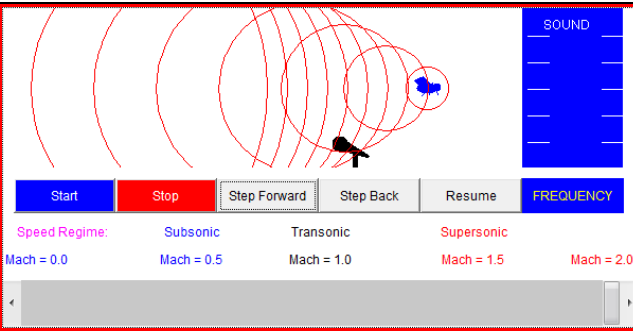
Figura 1



VAMOS EXPLORAR A SIMULAÇÃO...

- ✓ Desloca o cursor referente à barra de seleção da velocidade da fonte sonora para a posição Mach = 0,0 e seleciona a opção “Start” (iniciar). Quando a onda sonora alcançar o microfone, seleciona a opção “STOP”. Se necessitares, pressiona as opções “Step back” (recuar)/ “Step forward” (avançar).
- ✓ Observa o gráfico de barra referente ao correspondente valor da frequência detetada pelo microfone.
- ✓ Procedes de igual forma, mas agora selecionando como número de Mach (M), os valores 0,5; 1; 1,5 e 2.
- ✓ Representa, nas figuras 2 até 6, a barra da frequência correspondente e regista as observações.

M	Imagem	Observações
M = 0	 <p>Figura 2</p>	<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>
M = 0,5	 <p>Figura 3</p>	<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>
M = 1,0	 <p>Figura 4</p>	<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>

<p>M = 1,5</p>	 <p>Figura 5</p>	<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>
<p>M = 2,0</p>	 <p>Figura 6</p>	<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>



AS MINHAS CONCLUSÕES...

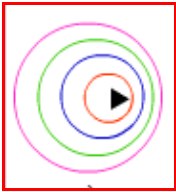
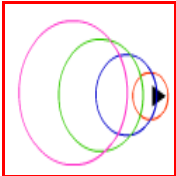
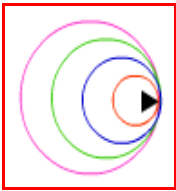
1. Para as frases seguintes selecciona cada uma das palavras destacada, de forma a torná-las cientificamente corretas.




No início da simulação a fonte sonora gerou ondas esféricas transversais/ longitudinais de pressão que se propagaram com a velocidade das ondas sonoras.

As cristas das ondas geradas pela fonte ficaram mais/ menos próximas umas das outras à frente da fonte e tão mais próximas/ afastadas atrás dela quanto menor/ maior era a velocidade da fonte em relação à atmosfera.

2. Faz a correspondência entre as imagens da coluna I e a justificação expressa na coluna II.

Coluna I	Coluna II
<p>A. </p>	<p>X. A figura representa o padrão das frentes de onda quando a velocidade da fonte é menor que a velocidade das ondas sonoras.</p>
<p>B. </p>	<p>Y. A figura representa a situação quando a velocidade da fonte é igual à velocidade das ondas sonoras.</p>
<p>C. </p>	<p>Z. A figura representa a situação quando a velocidade da fonte é maior à velocidade das ondas sonoras.</p>

Coluna I	A	B	C
 Coluna II			

3. Analisa o vídeo com o seguinte endereço: <http://www.youtube.com/watch?v=GiaW4NMmCAo> e descreve o que ouves quando cada avião quebra a barreira de som.



4. Formula uma resposta, utilizando linguagem científica, para as questões lançadas pelo morcego da tua RESE.

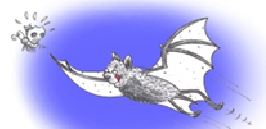




AGRUPAMENTO VERTICAL DE ESCOLAS DE FRAZÃO

ESCOLA E.B. 2,3 DE FRAZÃO

CLUBE DE CIÊNCIAS FÍSICO-QUÍMICAS



REVE 1 – FÍSICA E ONDAS



INTRODUÇÃO

O vídeo educativo intitulado de “**Aula 06 – Física - Ondas**” irá permitir-te consolidar as aprendizagens abordadas nas aulas de CFQ, nomeadamente no que concerne aos temas: 1.1. Fontes sonoras; 1.2. Ondas e 1.3. As características das ondas.

De forma a poderes visualizar o vídeo, deverás aceder ao seguinte sítio da internet: <http://www.youtube.com/watch?v=xysFGcPTxmE> e sempre que necessário efetua pequenas paragens, de forma a criares um espaço de discussão com o teu colega de grupo.

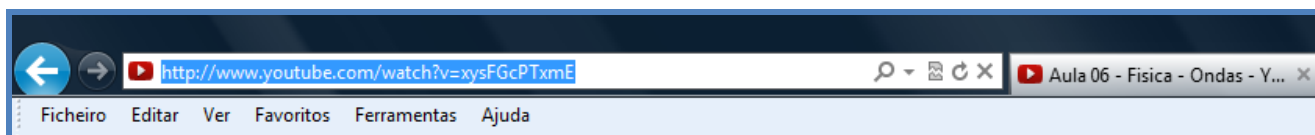
Neste **Roteiro de Exploração de Vídeo Educativo (REVE)** serás convidado(a) a visualizar o segmento de vídeo na totalidade e a responderes a um conjunto de questões.

Boa diversão!



ENTRAR NO VÍDEO

Para acederes a este vídeo educativo deverás escrever o seguinte endereço no navegador da internet: <http://www.youtube.com/watch?v=xysFGcPTxmE>





QUESTÕES

✓ Após a exploração do segmento do vídeo, responde às questões que te são colocadas, utilizando para tal uma linguagem científica.

1. Menciona os exemplos do dia a dia associados a ondas, que são referidos no vídeo.



2. Como se define uma onda?



3. Explica como é que o professor Marivaldo explica o conceito de perturbação.



4. Identifica na **figura 1** a crista, depressão (vale) e o comprimento de onda.



Figura 1

5. Escreve as expressões matemáticas que te permitem calcular:



- 5.1. A velocidade de uma onda.*



- 5.2. a frequência de uma onda.*

(*Nas respostas às questões 5.1. e 5.2, não te esqueças de identificar cada uma das grandezas físicas e mencionar as respetivas unidades do Sistema Internacional).



AGRUPAMENTO VERTICAL DE ESCOLAS DE FRAZÃO

ESCOLA E.B. 2,3 DE FRAZÃO

CLUBE DE CIÊNCIAS FÍSICO-QUÍMICAS



REVE 2 – PROPAGAÇÃO DO SOM COM PRESSÃO DO AR VARIÁVEL



INTRODUÇÃO

O vídeo educativo alusivo à propagação do som com pressão do ar variável irá permitir-te consolidar as aprendizagens abordadas nas aulas de CFQ, nomeadamente no que concerne ao tema: 1.5. – Propagação do som e a sua velocidade.

De forma a poderes visualizar o vídeo, deverás aceder ao seguinte endereço da internet: <http://www.youtube.com/watch?v=rzOKLwi2OUo&feature=youtu.be> e sempre que necessário efetua pequenas paragens, de forma a criares um espaço de discussão com o teu colega de grupo.

Neste **Roteiro de Exploração de Vídeo Educativo (REVE)** serás convidado(a) a visualizar o segmento de vídeo na totalidade e a responderes a um conjunto de questões.

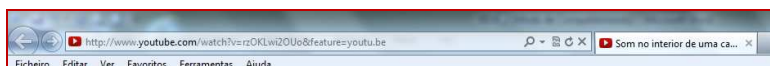
Boa diversão!



ENTRAR NO VÍDEO

Para acederes a este vídeo educativo deverás escrever o seguinte endereço no navegador da internet:

<http://www.youtube.com/watch?v=rzOKLwi2OUo&feature=youtu.be>





QUESTÕES

✓ Após a exploração do segmento do vídeo, responde às questões que te são colocadas, utilizando para tal uma linguagem científica.

1. O que se encontra no interior da campânula?



2. Descreve o procedimento efetuado aos 38 segundos e as tuas observações?



3. Que dispositivo permite retirar o ar no interior da campânula e por que motivo foi colocado no exterior da sala de aula?



4. À medida que é extraído o ar, o que observaste? Justifica a tua resposta, recorrendo a linguagem científica.



5. O que sucede quando se volta a introduzir ar no interior da campânula?



6. Comenta criticamente a seguinte afirmação: “Os efeitos sonoros apresentados nos filmes da saga Guerra das Estrelas (*Star Wars*), onde ocorrem guerras no espaço e confrontos entre naves, seriam impossíveis de reproduzir em contexto real”.





AGRUPAMENTO VERTICAL DE ESCOLAS DE FRAZÃO

ESCOLA E.B. 2,3 DE FRAZÃO

CLUBE DE CIÊNCIAS FÍSICO-QUÍMICAS



REVE 3 – ONDAS ESTACIONÁRIAS



INTRODUÇÃO

O vídeo educativo alusivo à propagação do som com pressão do ar variável irá permitir-te consolidar as aprendizagens abordadas nas aulas de CFQ, nomeadamente no que concerne ao tema: 1.6. – Algumas propriedades do som.

De forma a poderes visualizar o vídeo, deverás aceder ao seguinte endereço da internet: <http://www.youtube.com/watch?v=pDkd-vO1x9k> e sempre que necessário efetua pequenas paragens, de forma a criares um espaço de discussão com o teu colega de grupo.

Neste **Roteiro de Exploração de Vídeo Educativo (REVE)** serás convidado(a) a visualizar o segmento de vídeo na totalidade e a responderes a um conjunto de questões.

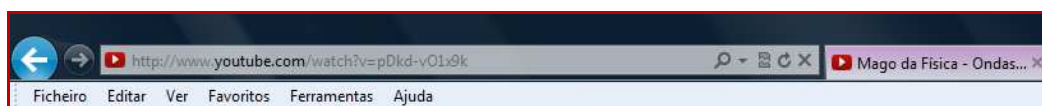
Boa diversão!



ENTRAR NO VÍDEO

Para acederes a este vídeo educativo deverás escrever o seguinte endereço no navegador da internet:

<http://www.youtube.com/watch?v=pDkd-vO1x9k>





QUESTÕES

✓ Após a exploração do segmento do vídeo, responde às questões que te são colocadas, utilizando para tal uma linguagem científica.

1. Quais os conceitos que o professor Amadeu Albino irá falar, para explicar o que são ondas estacionárias?



2. Quando o professor Amadeu Albino recorre a uma mola em hélice de uma encadernação para explicar o conceito de onda longitudinal, como caracteriza a direção de propagação e a direção de vibração de cada espira?



3. No procedimento descrito na questão 2 houve transporte de matéria?



4. Se o professor Amadeu produzir uma oscilação o que sucede de seguida? E se aumentar a frequência da força exercida na fonte?



5. Na **figura 1** identifica os nós (pontos em que a oscilação é nula) e os ventres (pontos correspondentes a oscilações máximas). A **figura 1** corresponde a que harmónico?

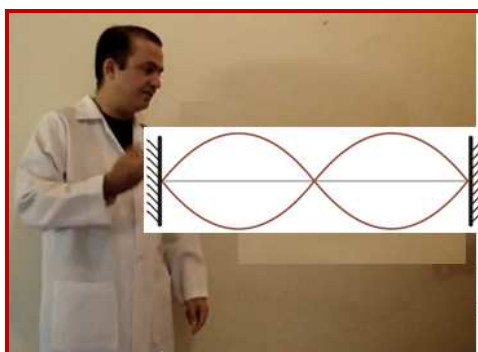


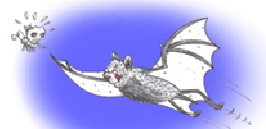
Figura 1



AGRUPAMENTO VERTICAL DE ESCOLAS DE FRAZÃO

ESCOLA E.B. 2,3 DE FRAZÃO

CLUBE DE CIÊNCIAS FÍSICO-QUÍMICAS



REVE 4 – CARACTERÍSTICAS DO SOM



INTRODUÇÃO

O vídeo educativo alusivo à propagação do som com pressão do ar variável irá permitir-te consolidar as aprendizagens abordadas nas aulas de CFQ, nomeadamente no que concerne ao tema: 1.2. – Ondas; 1.3. – As características das ondas; 1.4. – Os atributos do som; 1.7. – Nós e o som.

De forma a poderes visualizar o vídeo, deverás aceder ao seguinte endereço da internet: <http://www.youtube.com/watch?v=6p7AGK4GLw8&feature=endscreen&NR=1> e sempre que necessário efetua pequenas paragens, de forma a criares um espaço de discussão com o teu colega de grupo.

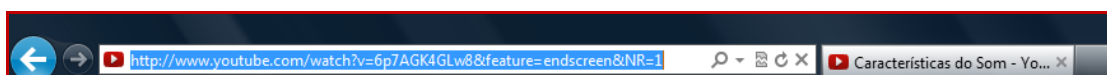
Neste **Roteiro de Exploração de Vídeo Educativo (REVE)** serás convidado(a) a visualizar o segmento de vídeo na totalidade e a responderes a um conjunto de questões.

Boa diversão!



ENTRAR NO VÍDEO

Para acederes a este vídeo educativo deverás escrever o seguinte endereço no navegador da internet: <http://www.youtube.com/watch?v=6p7AGK4GLw8&feature=endscreen&NR=1>





QUESTÕES

✓ Após a exploração do segmento do vídeo, responde às questões que te são colocadas, utilizando para tal uma linguagem científica.

1. Como se classificam e caracterizam os dois tipos de ondas mencionadas no vídeo educativo?

2. No vídeo educativo é referido que “o som é uma onda longitudinal de ar”. Parece-te verdade que o som apenas se propaga no ar? Justifica a tua resposta, recorrendo a situações do quotidiano.

3. Descreve como se propaga um som de uns locais para outros.

4. Desenha na **figura 1** a representação da onda sonora e explica o seu significado.

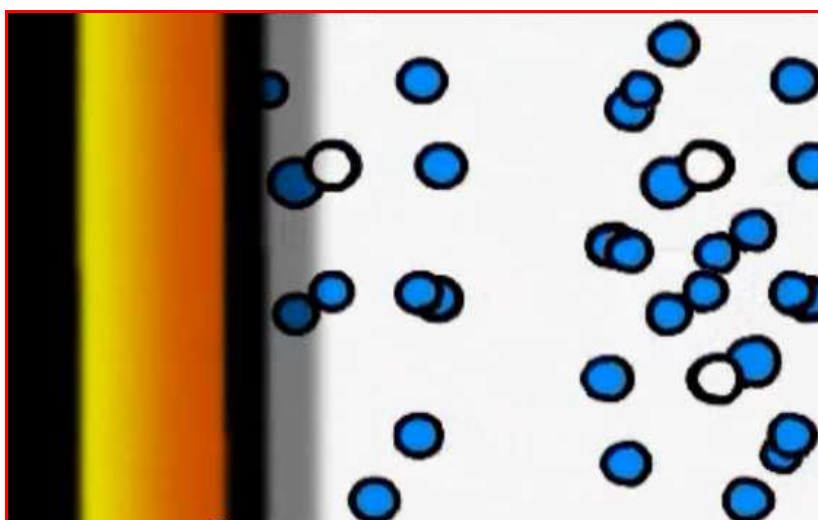


Figura 1

5. Quais são as três características do som referidas no vídeo educativo?



6. Existem sons não audíveis pelos seres humanos? Justifica a tua resposta, recorrendo a linguagem científica.



7. Qual o valor do nível de intensidade sonora referido no vídeo que provoca danos auditivos permanentes, se uma pessoa estiver exposta a esse ruído?



8. Estabelece a correspondência entre cada item da coluna I e um ou mais itens da coluna II.

Coluna I

Som

- 1) Altura
- 2) Intensidade
- 3) Timbre
- 4) Som alto
- 5) Som baixo

Coluna II

Onda sonora

- a) Amplitude
- b) Frequência
- c) Período
- d) Menor amplitude
- e) Menor frequência
- f) Maior amplitude
- g) Maior frequência
- h) Diferente “formato” da onda



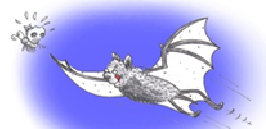
Coluna I	1	2	3	4	5
Coluna II					



AGRUPAMENTO VERTICAL DE ESCOLAS DE FRAZÃO

ESCOLA E.B. 2,3 DE FRAZÃO

CLUBE DE CIÊNCIAS FÍSICO-QUÍMICAS



REVE 5 – RESSONÂNCIA NUM PÊNDULO



INTRODUÇÃO

O vídeo educativo alusivo à propagação do som com pressão do ar variável irá permitir-te consolidar as aprendizagens abordadas nas aulas de CFQ, nomeadamente no que concerne ao tema: 1.6. – Algumas propriedades do som.

De forma a poderes visualizar o vídeo, deverás aceder ao seguinte endereço da internet: <http://www.youtube.com/watch?v=00dNfpQksco> e sempre que necessário efetua pequenas paragens, de forma a criares um espaço de discussão com o teu colega de grupo.

Neste **Roteiro de Exploração de Vídeo Educativo (REVE)** serás convidado(a) a visualizar o segmento de vídeo na totalidade e a responderes a um conjunto de questões.

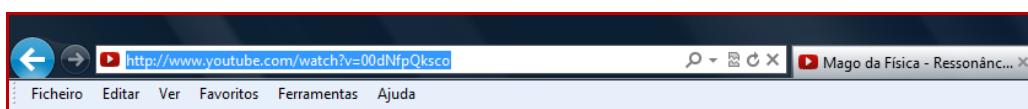
Boa diversão!



ENTRAR NO VÍDEO

Para acederes a este vídeo educativo deverás escrever o seguinte endereço no navegador da internet:

<http://www.youtube.com/watch?v=00dNfpQksco>





QUESTÕES

✓ Após a exploração do segmento do vídeo, responde às questões que te são colocadas, utilizando para tal uma linguagem científica.

1. Quais os materiais que o professor Amadeu Albino utilizou para a construção do pêndulo simples?



2. Como se designa a frequência do pêndulo e de que grandezas físicas depende o seu valor?



3. Estabelece a correspondência entre cada item da coluna I e um ou mais itens da coluna II.



Coluna I

Coluna II

1) $f_{\text{oscilação}} \neq f_{\text{natural}}$ do pêndulo

2) $f_{\text{oscilação}} \approx f_{\text{natural}}$ do pêndulo

- a) Há movimento do pêndulo
- b) Não aumenta a amplitude de oscilação
- c) Não ocorre ressonância
- d) Há transferência de energia
- e) Aumenta a amplitude de oscilação
- f) Ocorre ressonância

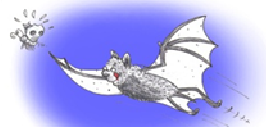
Coluna I	1	2
Coluna II		



AGRUPAMENTO VERTICAL DE ESCOLAS DE FRAZÃO

ESCOLA E.B. 2,3 DE FRAZÃO

CLUBE DE CIÊNCIAS FÍSICO-QUÍMICAS



REVE 6 – INTERFERÊNCIA, RESSONÂNCIA E BATIMENTOS



INTRODUÇÃO

O vídeo educativo alusivo à temática interferência, ressonância e batimentos irá permitir-te consolidar as aprendizagens abordadas nas aulas de CFQ, nomeadamente no que concerne ao tema: 1.6. – Algumas propriedades do som.

De forma a poderes visualizar o vídeo, deverás aceder ao seguinte endereço da internet: <http://www.youtube.com/watch?v=UitcHO8PYt8> e sempre que necessário efetua pequenas paragens, de forma a criares um espaço de discussão com o teu colega de grupo.

Neste **Roteiro de Exploração de Vídeo Educativo (REVE)** serás convidado(a) a visualizar o segmento de vídeo na totalidade e a responderes a um conjunto de questões.

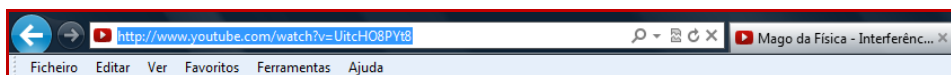
Boa diversão!



ENTRAR NO VÍDEO

Para acederes a este vídeo educativo deverás escrever o seguinte endereço no navegador da internet:

<http://www.youtube.com/watch?v=UitcHO8PYt8>





QUESTÕES

✓ Após a exploração do segmento do vídeo, responde às questões que te são colocadas, utilizando para tal uma linguagem científica.

1. Qual é o valor da frequência do som emitido pelo diapasão apresentado pelo professor Amadeu Albino, quando este é colocado a vibrar e a que nota musical corresponde?



2. O que sucede quando o professor Amadeu Albino bate no diapasão, com auxílio de um martelo apropriado?



3. Descreve o procedimento efetuado pelo professor Amadeu Albino, de forma a alterar o valor da frequência do diapasão?



4. Como explicas o fenómeno de ressonância? Descreve o procedimento efetuado pelo professor Amadeu Albino para a sua concretização.



5. Como explicas o fenómeno de interferência? Descreve o procedimento efetuado pelo professor Amadeu Albino para a sua concretização.



6. Qual o modelo que o professor Amadeu Albino usou no final do vídeo, para explicar o fenómeno da ressonância? Descreve o procedimento realizado para explicar tal fenómeno.

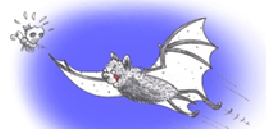




AGRUPAMENTO VERTICAL DE ESCOLAS DE FRAZÃO

ESCOLA E.B. 2,3 DE FRAZÃO

CLUBE DE CIÊNCIAS FÍSICO-QUÍMICAS



REVE 7 – TUBOS DE SOM



INTRODUÇÃO

Os vídeos educativos alusivos aos tubos de som irão permitir-te consolidar as aprendizagens abordadas nas aulas de CFQ, nomeadamente no que concerne ao tema: 1.6. – Algumas propriedades do som.

De forma a poderes visualizar os vídeos, deverás aceder aos seguintes endereços da internet:

<http://www.youtube.com/watch?v=T5o-SAHdInI&feature=related>

e

<http://www.youtube.com/watch?v=xz3sIGyRAj8&feature=related>

e sempre que

necessário efetua pequenas paragens, de forma a criares um espaço de discussão com o teu colega de grupo.

Neste **Roteiro de Exploração de Vídeo Educativo (REVE)** serás convidado(a) a visualizar o segmento de vídeo na totalidade e a responderes a um conjunto de questões.

Boa diversão!



ENTRAR NO VÍDEO

Para acederes a estes vídeos educativos deverás escrever os seguintes endereços no navegador da internet:

<http://www.youtube.com/watch?v=T5o-SAHdInI&feature=related>

<http://www.youtube.com/watch?v=xz3sIGyRAj8&feature=related>



QUESTÕES



Assim como as cordas ou molas, o ar contido dentro de um tubo pode vibrar com uma determinada frequências sonoras. Este é o princípio de funcionamento de instrumentos musicais como a flauta, a corneta, o clarinete, etc, que são construídos basicamente por tubos sonoros.

O que sucede à coluna de ar no interior desses tubos quando sopras numa das extremidades?

Parte I – Tubo de som fechados

Após a exploração do segmento do vídeo (<http://www.youtube.com/watch?v=T5o-SAhdlnI&feature=related>), responde às questões que te são colocadas, utilizando para tal uma linguagem científica.

1. Como caracterizas os tubos de som fechados quanto às suas extremidades?



2. Representa na **figura 1** o diagrama da pressão correspondente ao tubo de som fechado e apresenta uma justificação crítica.

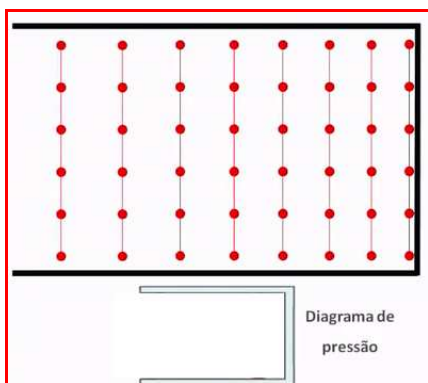


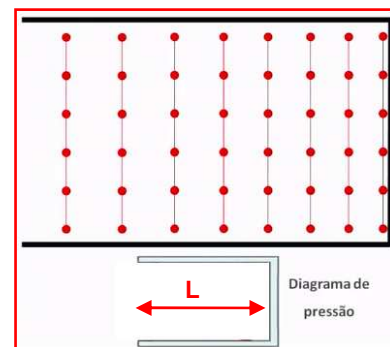
Figura 1



3. No caso dos tubos fechados, como se relaciona o comprimento de onda, λ , e o comprimento do tubo, L (**figura 2**).



Figura 2



Parte II – Tubo de som abertos

Após a exploração do segmento do vídeo (<http://www.youtube.com/watch?v=xz3slGyRAj8&feature=related>), responde às questões que te são colocadas, utilizando para tal uma linguagem científica.

4. Como caracterizas os tubos de som abertos quanto às suas extremidades?



5. Representa na **figura 3** o diagrama da pressão correspondente ao tubo de som aberto e apresenta uma justificação crítica.

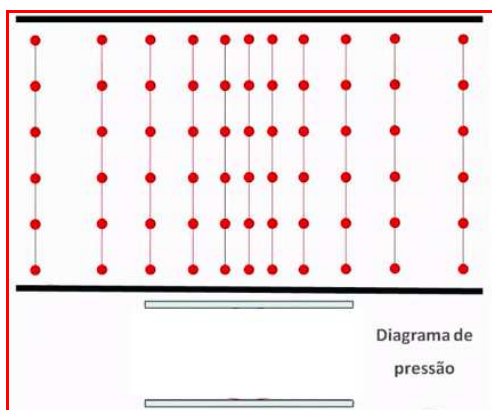


Figura 3

6. No caso dos tubos abertos, como se relaciona o comprimento de onda, λ e o comprimento do tubo, L (figura 4).



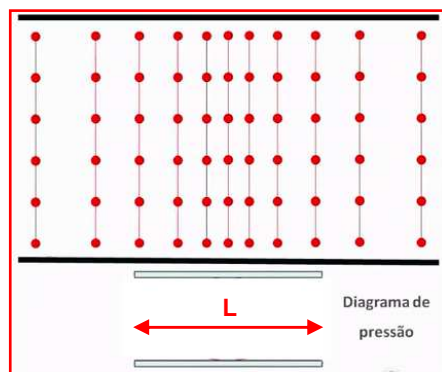


Figura 4

Parte III – Conclusões finais

7. Formula uma resposta, utilizando linguagem científica, para cada uma das questões lançada pelo morcego da tua REVE.





AGRUPAMENTO VERTICAL DE ESCOLAS DE FRAZÃO

ESCOLA E.B. 2,3 DE FRAZÃO

CLUBE DE CIÊNCIAS FÍSICO-QUÍMICAS



REVE 8 – EFEITO DOPPLER



INTRODUÇÃO

O vídeo educativo alusivo ao efeito Doppler irá permitir-te alargar os teus conhecimentos no âmbito do tema “O som e a audição”.

De forma a poderes visualizar o vídeo, deverás aceder ao seguinte endereço da internet: <http://www.youtube.com/watch?v=8XcJf4rOefE> e sempre que necessário efetua pequenas paragens, de forma a criares um espaço de discussão com o teu colega de grupo.

Neste **Roteiro de Exploração de Vídeo Educativo (REVE)** serás convidado(a) a visualizar o segmento de vídeo na totalidade e a responderes a um conjunto de questões.

Boa diversão!



ENTRAR NO VÍDEO

Para acederes a este vídeo educativo deverás escrever o seguinte endereço no navegador da internet:

<http://www.youtube.com/watch?v=8XcJf4rOefE>





QUESTÕES

✓ Após a exploração do segmento do vídeo, responde às questões que te são colocadas, utilizando para tal uma linguagem científica.

1. Em que consiste o efeito Doppler e quais os objetivos das quatro experiências realizadas?



2. A frequência de uma fonte sonora é uma característica desse sistema? Fundamenta a tua resposta recorrendo a linguagem científica.



3. O efeito *Doppler* apenas ocorre com as ondas sonoras? Justifica a tua resposta, recorrendo a linguagem científica.



4. Identifica o referencial associado a cada um dos professores.



Professor Amadeu Albino: _____

Professor Giovanninni Batista: _____

Professor Pedro José Homem: _____

5. Completa a seguinte tabela:



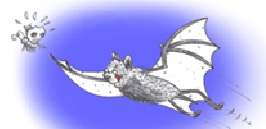
Experiência *	Identificação da fonte sonora	Identificação dos observadores	Descrição de quem muda de posição em relação à árvore	Descrição de quem NÃO muda de posição em relação à árvore	Identificação dos professores que percecionam ou não o efeito Doppler	Justificação (recorrendo a linguagem científica)
1. ^a						
2. ^a						
3. ^a						
4. ^a						
(*Nota: No vídeo, onde se lê "experimento", deve ler-se experiência).						



AGRUPAMENTO VERTICAL DE ESCOLAS DE FRAZÃO

ESCOLA E.B. 2,3 DE FRAZÃO

CLUBE DE CIÊNCIAS FÍSICO-QUÍMICAS



RTVE 1 – O EFEITO DE DOPPLER



INTRODUÇÃO

O vídeo educativo alusivo ao efeito Doppler irá permitir-te alargar os conhecimentos no âmbito do tema “O som e a audição”.

De forma a poderes visualizar o vídeo, deverás aceder ao seguinte endereço da internet: <http://www.youtube.com/watch?v=-t63xYSgmKE&feature=related> e sempre que necessário efetua pequenas paragens de forma a criares um espaço de discussão com o teu colega de grupo.

Neste **Roteiro de Tradução de Vídeo Educativo (RTVE)** serás convidado(a) a visualizar o segmento de vídeo na totalidade e a efetuares a respetiva tradução das legendas.

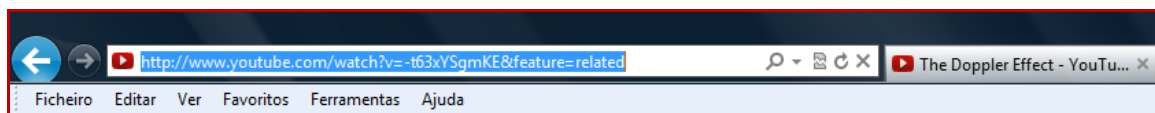
Boa diversão!



ENTRAR NO VÍDEO

Para acederes a este vídeo educativo deverás escrever o seguinte endereço no navegador da internet:



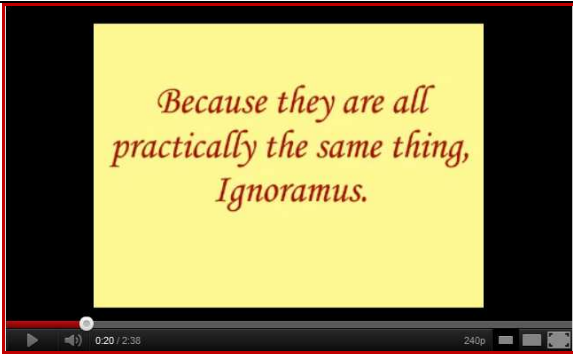

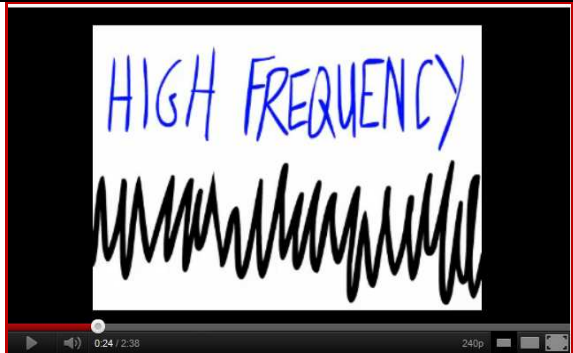

<http://www.youtube.com/watch?v=-t63xYSgmKE&feature=related>

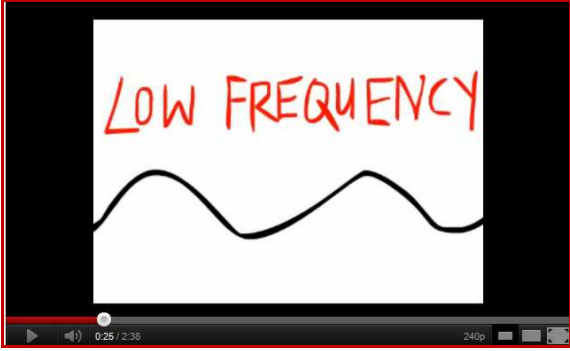

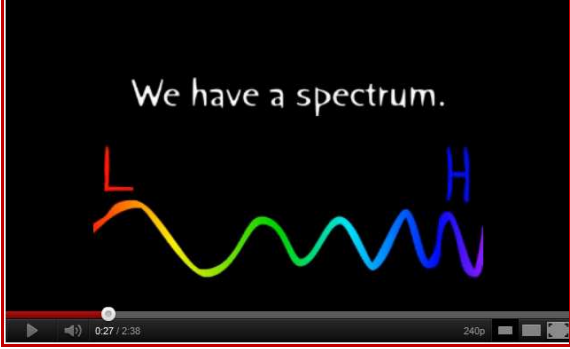



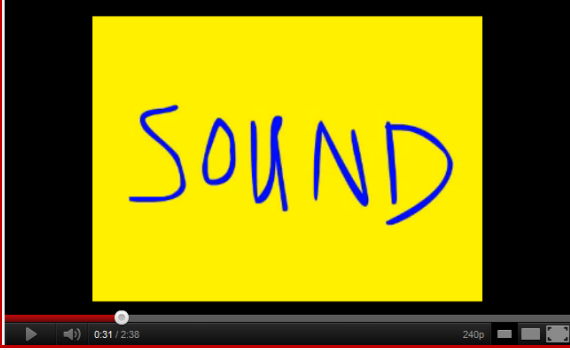





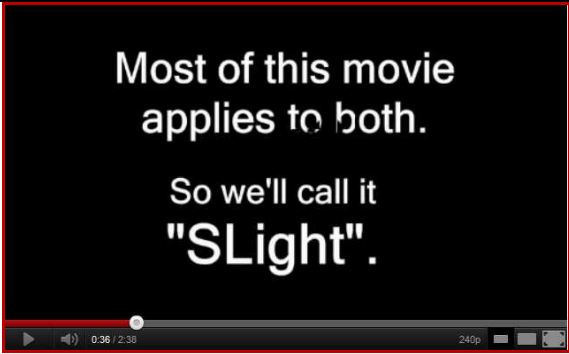













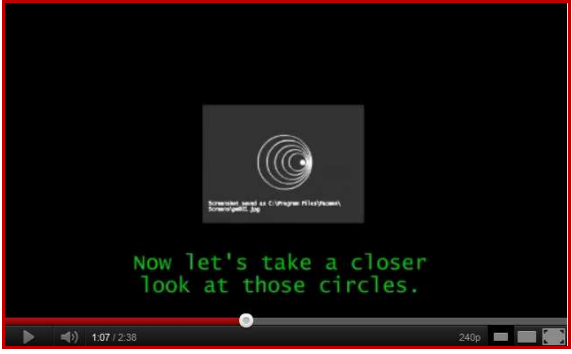

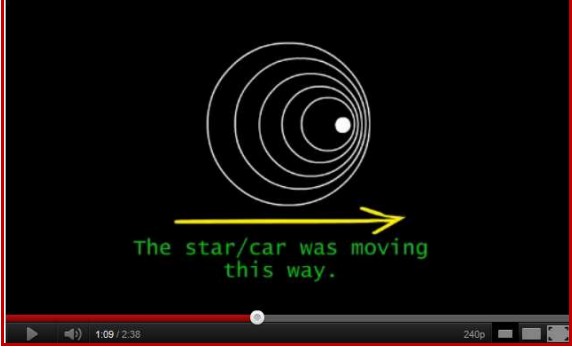



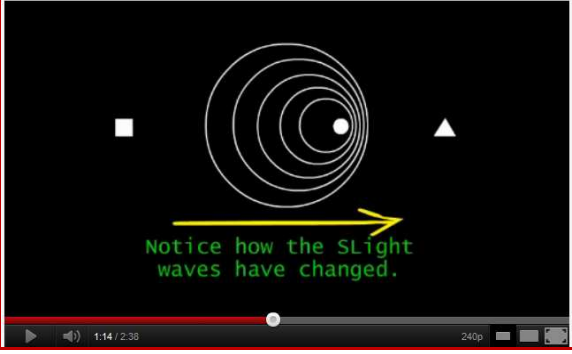

TRADUÇÃO DAS LEGENDAS DO VÍDEO EDUCATIVO

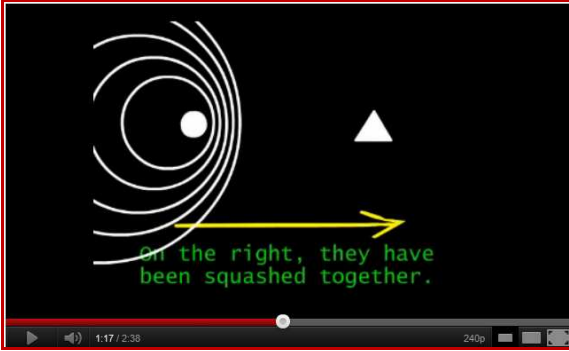

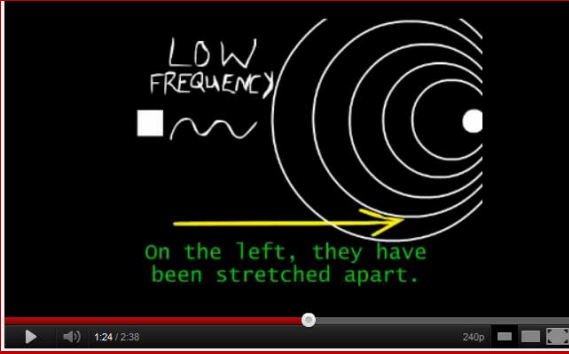

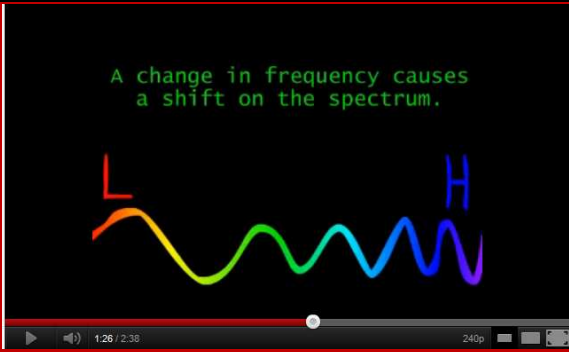

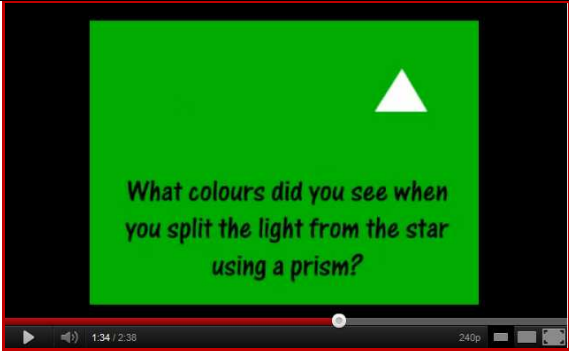

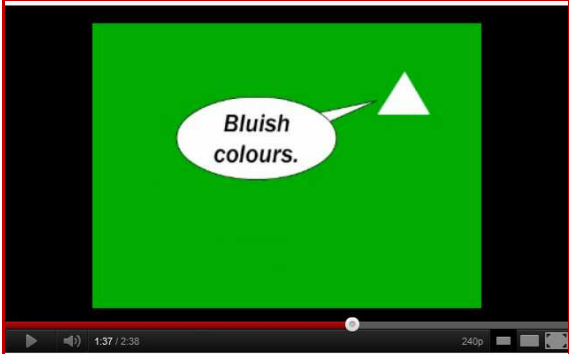

✓ Se és um(a) aluno(a) consciente que a existência de recursos educativos apresentados em língua estrangeira, não podem constituir uma barreira à tua aprendizagem, então aceita este desafio e com o auxílio de um dicionário de Inglês – Português, tenta traduzir as legendas correspondentes às **figuras 1** até **37**.

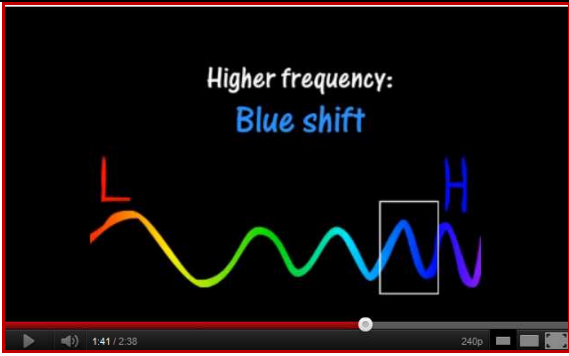

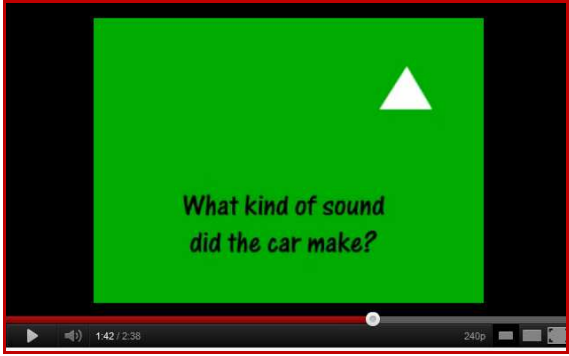



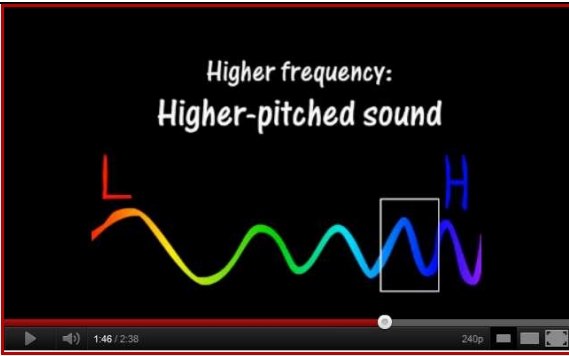



Figura		Tradução
1		 _____ _____ _____ _____ _____
2		 _____ _____ _____ _____ _____
3		 _____ _____ _____ _____ _____

4		 <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>
5		 <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>
6		 <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>
7		 <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>
8		 <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>

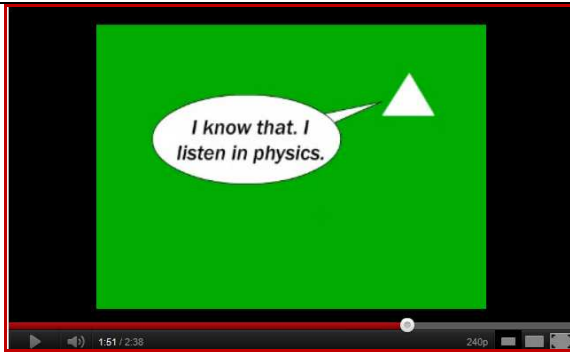
9		 <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>
10		 <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>
11		 <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>
12		 <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>
13		 <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>

14		 <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>
15		 <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>
16		 <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>
17		 <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>
18		 <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>

19		 <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>
20		 <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>
21		 <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>
22		 <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>
23		 <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>

24	 <p>Higher frequency: Blue shift</p> <p>The video shows a spectrum of light with a rainbow gradient from red (L) to blue (H). A white box highlights the blue end of the spectrum, indicating a blue shift.</p>	 <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>
25	 <p>What kind of sound did the car make?</p> <p>The video shows a green screen with a white triangle in the top right corner.</p>	 <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>
26	 <p>A high-pitched sound.</p> <p>The video shows a green screen with a white triangle in the top right corner. A speech bubble points to the triangle with the text "A high-pitched sound."</p>	 <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>
27	 <p>Higher frequency: Higher-pitched sound</p> <p>The video shows a spectrum of light with a rainbow gradient from red (L) to blue (H). A white box highlights the blue end of the spectrum, indicating a blue shift.</p>	 <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>
28	 <p>In that case, the star/car must have been moving towards you.</p> <p>The video shows a green screen with a white triangle in the top right corner.</p>	 <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>

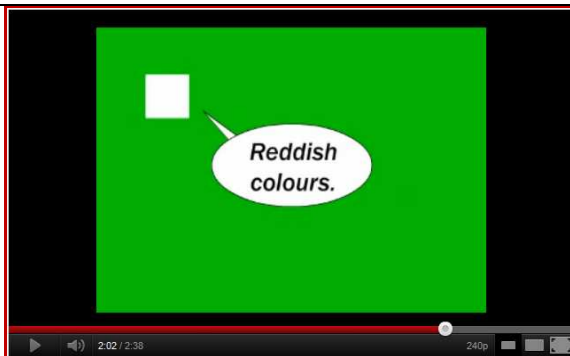
29



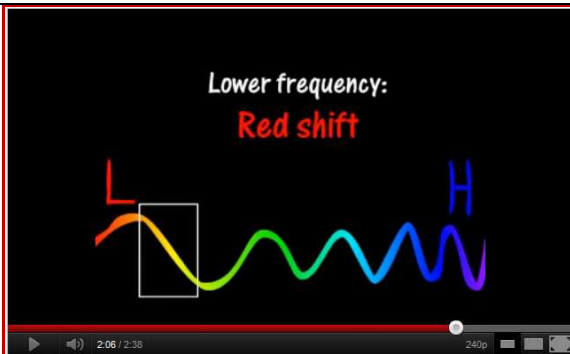
30



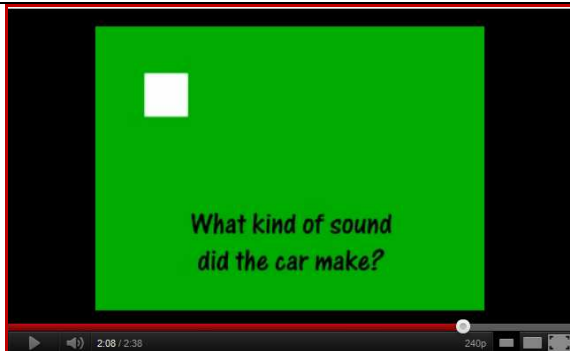
31

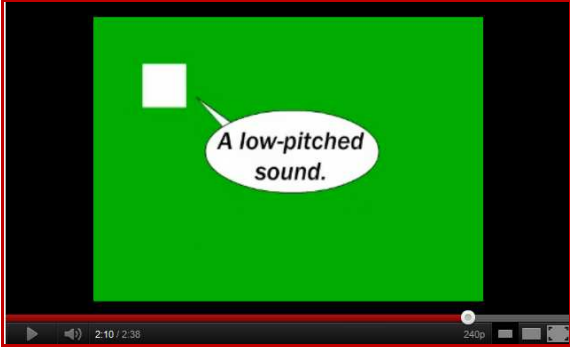

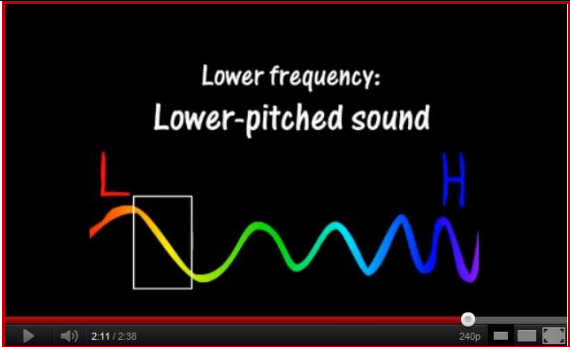



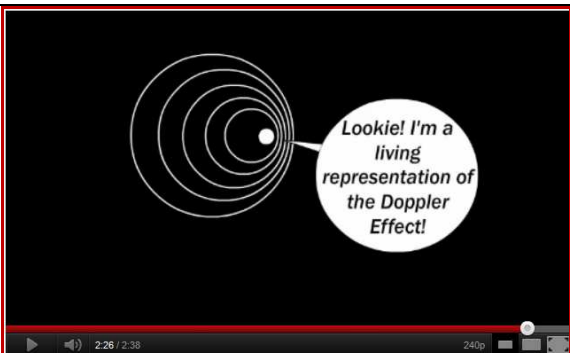



32



33



34		 <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>
35		 <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>
36		 <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>
37		 <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>

✓ Resume, por palavras tuas, o fenómeno científico descrito neste vídeo.

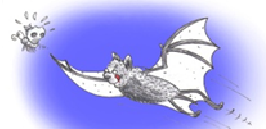




AGRUPAMENTO VERTICAL DE ESCOLAS DE FRAZÃO

ESCOLA E.B. 2,3 DE FRAZÃO

CLUBE DE CIÊNCIAS FÍSICO-QUÍMICAS



RTVE 2 – O EFEITO DE DOPPLER



INTRODUÇÃO

O vídeo educativo alusivo ao efeito *Doppler* irá permitir-te alargar os conhecimentos no âmbito do tema “O som e a audição”.

De forma a poderes visualizar o vídeo, deverás aceder ao seguinte endereço da internet: <http://www.youtube.com/watch?v=ZPJyYaXhuv4&feature=endscreen&NR=1> e sempre que necessário efetua pequenas paragens de forma a criares um espaço de discussão com o teu colega de grupo.

Neste **Roteiro de Tradução de Vídeo Educativo (RTVE)** serás convidado(a) a visualizar o segmento de vídeo na totalidade e a efetuares a respetiva tradução das legendas.

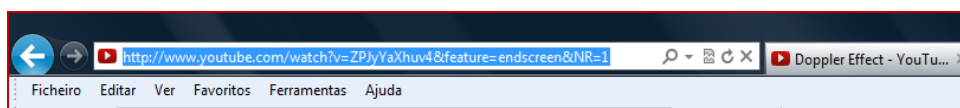
Boa diversão!



ENTRAR NO VÍDEO

Para acederes a este vídeo educativo deverás escrever o seguinte endereço no navegador da internet:

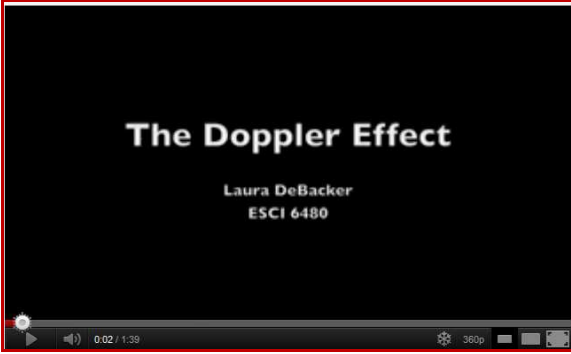





<http://www.youtube.com/watch?v=ZPJyYaXhuv4&feature=endscreen&NR=1>

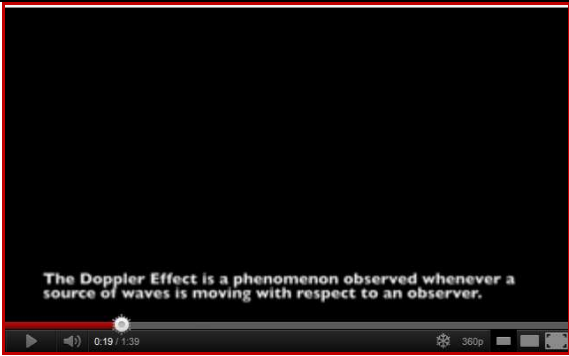



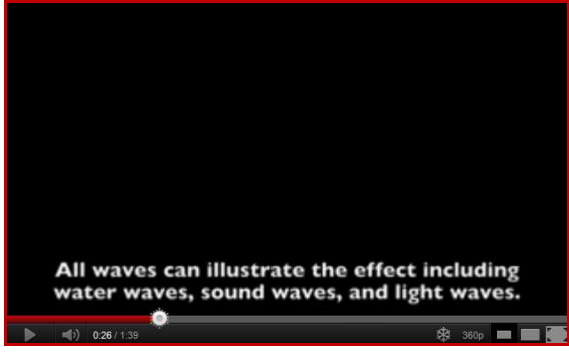

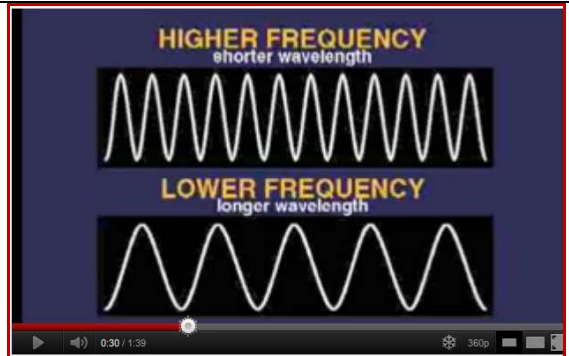





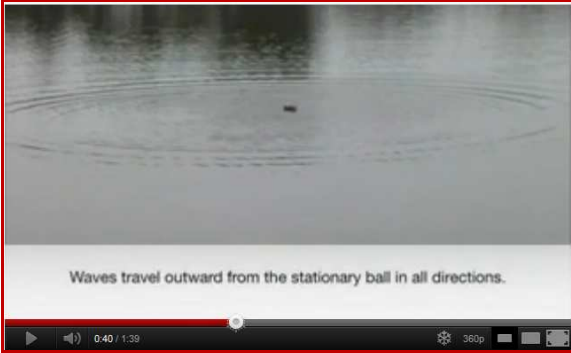

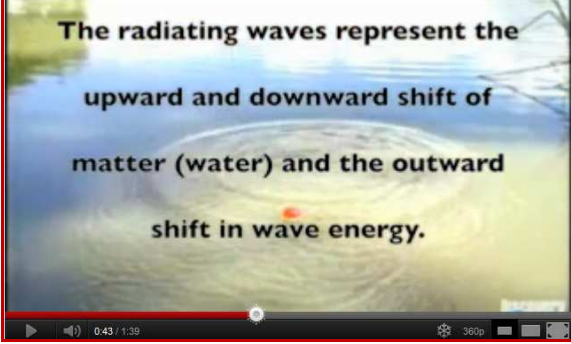









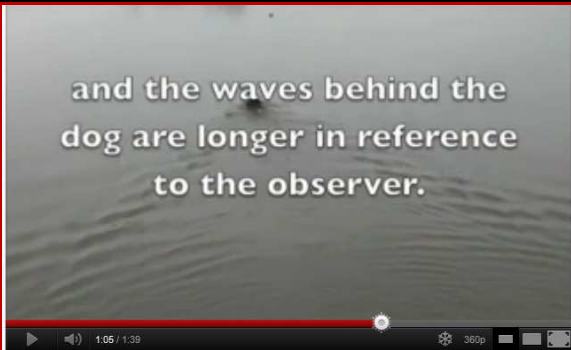







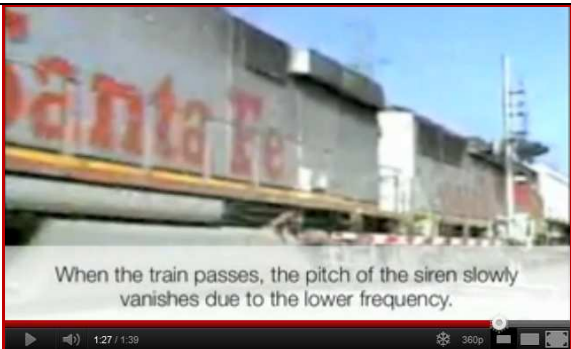

TRADUÇÃO DAS LEGENDAS DO VÍDEO EDUCATIVO

✓ Se és um(a) aluno(a) consciente que a existência de recursos educativos apresentados em língua estrangeira, não podem constituir uma barreira à tua aprendizagem, então aceita este desafio e, com o auxílio de um dicionário de Inglês – Português, tenta traduzir as legendas correspondentes às figuras 1 até 19.

Figura		Tradução
1		 <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>
2		 <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>
3		 <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>

4		 <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>
5		 <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>
6		 <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>
7		 <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>
8		 <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>

9		 <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>
10		 <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>
11		 <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>
12		 <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>
13		 <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>

14		 <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>
15		 <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>
16		 <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>
17		 <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>
18		 <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>

19



- ✓ Resume, por palavras tuas, o fenómeno científico descrito neste vídeo.



VII - QUIZ



QUEM QUER SER MILIONÁRIO?

Clube de CFQ

2011/ 2012

8.º Ano



Ano do Morcego
2011-2012

Questão 1

O som é uma onda:

A Transversal.

B Longitudinal.

C Vertical.

D Eletromagnética.

O som é uma onda:

A Transversal.

B Longitudinal.

C Vertical.

D Eletromagnética.

5€

Questão 2

"A cadela Laika foi o primeiro animal a viajar para o espaço e talvez tivesse sido mais interessante se ela tivesse a companhia de outro cão. Assim, no espaço, ambos ouviriam o latir um do outro e a Laika não se sentiria só."

Parece-te ser verdade que no espaço os cães iriam ouvir o latir um do outro?

A Não.

B Sim.

"A cadela Laika foi o primeiro animal a viajar para o espaço e talvez tivesse sido mais interessante se ela tivesse a companhia de outro cão. Assim, no espaço, ambos ouviriam o latir um do outro e a Laika não se sentiria só."

Parece-te ser verdade que no espaço os cães iriam ouvir o latir um do outro?

A Não.

B Sim.

10 €

Questão 3

A característica do som que depende da frequência de vibração do som é...

- A a intensidade.
- B a altura.
- C o timbre.
- D a duração.

A característica do som que depende da frequência de vibração do som é...

- A a intensidade.
- B a altura.
- C o timbre.
- D a duração.

15 €

Questão 4

Cientificamente, pedir um "som alto", significa pedir...

- A um som agudo.
- B um som de grande intensidade (aumentar o volume).

Cientificamente, pedir um "som alto", significa pedir...

- A um som agudo.
- B um som de grande intensidade (aumentar o volume).

20 €

Questão 5

O eco é devido à:

- A absorção e refração do som.
- B refração do som.
- C absorção do som.
- D reflexão do som.

O eco é devido à:

- A absorção e refração do som.
- B refração do som.
- C absorção do som.
- D reflexão do som.

25 €

Questão 6

Qual o nome que damos ao gráfico que representa o nível de intensidade sonora em função da frequência?

- A Espetro sonoro.
- B Audiograma.

Qual o nome que damos ao gráfico que representa o nível de intensidade sonora em função da frequência?

- A Espetro sonoro.
- B Audiograma.

30 €

Questão 7

Em que meio o som se propaga com maior facilidade...

- A No vácuo.
- B Na água.
- C No ar.
- D nos sólidos.

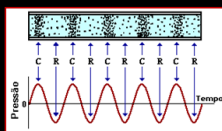
Em que meio o som se propaga com maior facilidade...

- A no vácuo.
- B na água.
- C no ar.
- D nos sólidos.

35 €

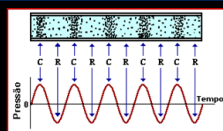
Questão 8

Os pontos C da figura dizem respeito a zonas de...



- A rarefações.
- B compressões.

Os pontos C da figura dizem respeito a zonas de...



- A rarefações.
- B compressões.

40 €

Questão 9

Qual é o animal que emite guinchos para determinar distâncias?

A Cão.

B Morcego.

C Cobra.

Qual é o animal que emite guinchos para determinar distâncias?

A Cão.

B Morcego.

C Cobra.

45 €

Questão 10

O intervalo de frequências que corresponde, em média, aos sons (audíveis) é:

A 0 dB a 130 dB.

B 20 Hz a 20 000 Hz.

C 130 dB a 160 dB.

D 0 Hz a 20 Hz.

O intervalo de frequências que corresponde, em média, aos sons (audíveis) é:

A 0 dB a 130 dB.

B 20 Hz a 20 000 Hz.

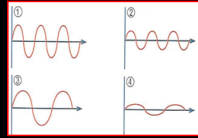
C 130 dB a 160 dB.

D 0 Hz a 20 Hz.

50 €

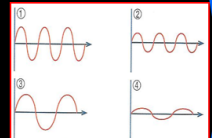
Questão 11

Os diagramas traduzem ondas mecânicas que se propagam no ar.
O diagrama 4 da figura, traduz:



- A o som mais grave e fraco.
- B o som mais agudo e fraco.
- C o som mais agudo e forte.
- D o som mais grave e forte.

Os diagramas traduzem ondas mecânicas que se propagam no ar.
O diagrama 4 da figura, traduz:



- A o som mais grave e fraco.
- B o som mais agudo e fraco.
- C o som mais agudo e forte.
- D o som mais grave e forte.

55 €

Questão 12

O verdadeiro inventor do telefone foi:

- A Alexander Graham Bell.
- B Antonio Meucci.

O verdadeiro inventor do telefone foi:

- A Alexander Graham Bell.
- B Antonio Meucci.

60 €

Questão 13

Nas ecografias, exame médico para acompanhar o desenvolvimento de uma gravidez, emitem-se:

A Infrassons.

B Ultrassons.

Nas ecografias, exame médico para acompanhar o desenvolvimento de uma gravidez, emitem-se:

A Infrassons.

B Ultrassons.

FIM

Parabéns aos novos milionários!





AGRUPAMENTO VERTICAL DE ESCOLAS DE FRAZÃO

PÓS-TESTE

CIÊNCIAS FÍSICO-QUÍMICAS

8.º ANO

Objetivo:

Concluído o tema “Som e Audição” chegou o momento exato para solicitar a tua colaboração, respondendo a este teste. Só com o teu *feedback* é que será possível avaliar as tuas aprendizagens e apurar quais as estratégias de ensino e aprendizagem que consideras mais eficazes.

Agradeço desde já a tua colaboração e relembro que as tuas respostas serão confidenciais e utilizadas para tratamento estatístico.

Obrigado pela tua colaboração!

Professora *Maria José Quintas*

Dados pessoais do(a) investigador(a):

Idade: _____

Turma: 8.º _____

N.º: _____

Sexo: Feminino Masculino

Duração: 45 minutos

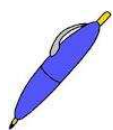
PARTE I

Lê atentamente as questões e em cada uma delas seleciona a ÚNICA cientificamente correta e caso seja pedido, justifica a tua escolha.

1	Certamente já deves ter visto algum filme do tipo “Star Wars”, onde ocorrem guerras no espaço e os confrontos entre naves produzem enormes explosões, que ouves com um estrondo imenso!	SIM	1
		NÃO	2
	Parece-te ser verdade que se ouvem estas explosões?		

Explica a resposta à **questão 1**.

1.1.



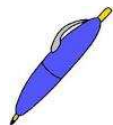
2	Em que meio o som se propaga, em geral, com maior facilidade?	No ar.	1
		Na água de uma piscina.	2
		Num meio sólido, tal como a mesa da sala de aula de CFQ.	3
		Não podemos afirmar, por não se saber a intensidade do som.	4

3	A única alternativa cientificamente correta é...	O som propaga-se em todos os meios materiais, exceto na cortiça.	1
		Embora o som se propague nos sólidos ou na água, o seu meio privilegiado de propagação é o ar e só se propaga na água, porque existe ar entre as suas partículas.	2
		O som é uma entidade com a capacidade de se movimentar, desde que não encontre obstáculos físicos a essa propagação.	3
		O som é definido como uma sensação produzida no ouvido, por uma vibração de corpos ou fluidos, que se propaga em meios elásticos, desde a fonte até ao ouvido.	4

4	A frase: "Não se consegue ouvir o eco dentro da sala, porque o som bate na parede muito depressa e o som ouve-se ao mesmo tempo " é cientificamente correta?	SIM	1
		NÃO	2

Caso tenhas respondido “**NÃO**” na **questão 4**, transforma a frase, de forma a torna-la cientificamente verdadeira.

4.1.



5

Na linguagem da Física, pedir o som mais alto é querer obter o mesmo som num volume superior, ou seja, aumentar a intensidade do som?

SIM

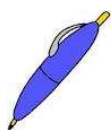
1

NÃO

2

Caso tenhas respondido “**NÃO**” na **questão 5**, transforma a frase, de forma a torna-la cientificamente verdadeira.

5.1.

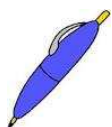


PARTE II

Lê atentamente as questões que se seguem e elabora uma resposta.

6

Ao longo do dia nós emitimos sons pelas cordas vocais, seja em conversas com familiares, amigos, etc; sendo esta a forma mais comum de comunicar entre as pessoas. Porém, quem nunca se perguntou como pode o som sair da boca de uma pessoa e chegar aos ouvidos de outra(s)? Explica **como o som se propaga** entre duas pessoas que conversam uma com a outra.



7

Qual a explicação do funcionamento do brinquedo (telefone de copos) representado na **figura 1**?

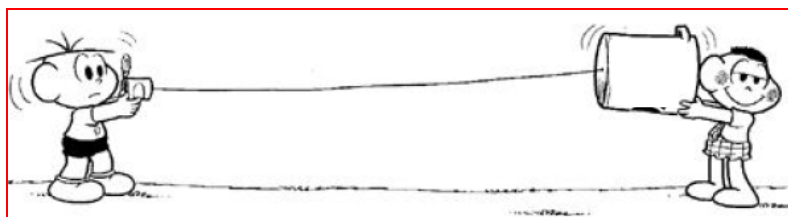
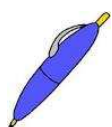


Figura 1 – Telefone de copos

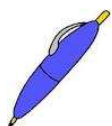


8

O principal instrumento musical do rock é a guitarra, já no grupo “Os Imparáveis” de Paços de Ferreira, o instrumento de eleição é o bombo (**figura 2**). O som produzido por esses instrumentos é inconfundível, mesmo quando emitem na mesma frequência. Qual a qualidade do som que permite distinguir o instrumento que está a ser tocado? **Justifica** a tua resposta.



Figura 2 – Bombos de Paços de Ferreira



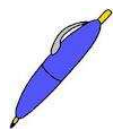
9

É comum usar-se, para o som, uma escala denominada **nível de intensidade sonora**. A sua unidade é o **decibel (dB)**, que recebeu esse nome em homenagem a Alexander Graham Bell. Nessa escala, o limiar inferior e o superior de audição correspondem, respetivamente, a 0 dB e 120 dB. A exposição constante a sons de nível de intensidades sonora acima de 90 dB pode, a longo prazo, causar danos irreversíveis ao aparelho auditivo. Na **tabela 1** apresentam-se níveis de intensidade de alguns sons do quotidiano.

Fonte sonora	Nível de intensidade sonora (dB)
Descolagem de um jato	150
Folhear	20
Concerto de rock	120
Conversação normal	60
Metro	100
Tráfego urbano	70

Tabela 1

Quais dessas fontes podem ser prejudiciais ao ouvido humano, caso fiques exposto ao som por elas emitido durante muito tempo? **Justifica** a tua resposta.

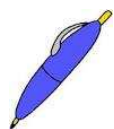


10

Ao observares a banda desenhada da **figura 3** que envolve a Mónica e o Cebolinha, será que a representação pode ser considerada cientificamente correta? Em caso afirmativo, dá uma explicação para o sucedido.

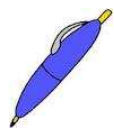


Figura 3



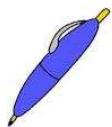
11

Muitos treinadores de cães utilizam um apito para chamar os animais. Porém, esse apito é algo “esquisito”, pois nós temos dificuldade em ouvir o som que ele produz. Explica cientificamente esse fenómeno.



12

Os morcegos são mamíferos que possuem um sistema (**ecolocalização**) que permite orientarem-se no escuro com uma precisão incrível. Dá uma explicação científica para este fenómeno físico, muitas vezes intitulado: “gritar para ver”.



13

Em 2005, um maremoto no Oceano Índico provocou uma Tsunami que devastou o litoral da Tailândia. Naquela época, muitas pessoas disseram que os elefantes puderam ouvir o som provocado pelo maremoto e correram para as partes mais altas, fugindo do litoral antes da chegada das ondas gigantescas. Será possível, analisando o espectro sonoro ilustrado na **figura 4**, admitir este facto como verdadeiro? **Justifica** a tua resposta.

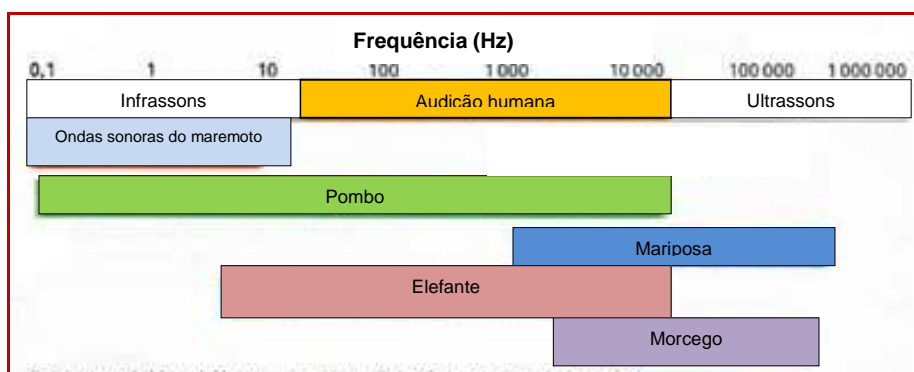
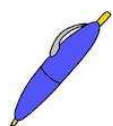


Figura 4 – Espectro sonoro



14

Certamente já te apercebeste da situação ilustrada na **figura 5**; que quando uma ambulância com a sirene ligada, se aproxima de nós o som é mais agudo e mais grave quando ela se afasta. Tenta dar uma justificação científica para este facto.

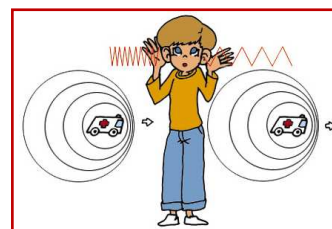
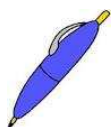


Figura 5



Se soprares no topo do gargalo de uma garrafa de vidro, contendo água no seu interior, podes fazer a garrafa emitir um som. Na verdade, usando várias garrafas com diferentes níveis de líquido no seu interior (**figura 6**), é possível tocar uma música. Como explicas a diferença dos sons emitidos pelas diferentes garrafas.

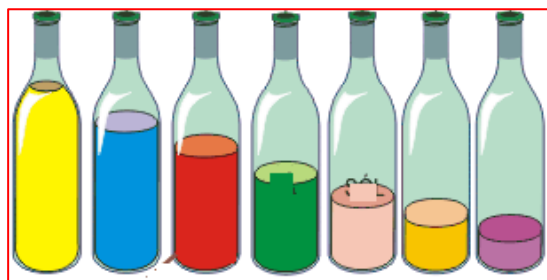
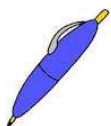


Figura 6 – Xilofone de garrafas





AGRUPAMENTO VERTICAL DE ESCOLAS DE FRAZÃO
ESCOLA E.B. 2,3 DE FRAZÃO
INQUÉRITO DO CLUBE DE CIÊNCIAS FÍSICO-QUÍMICAS

Caro aluno(a):

Na reta final da tua participação nesta atividade de enriquecimento curricular, venho por este meio solicitar a tua colaboração para uma apreciação global, pois só desta forma num futuro próximo me será possível proceder a estratégias de melhoramento, conducentes ao sucesso educativo dos teus colegas. Alerta desde já que a divulgação dos resultados seguirá o regime de confidencialidade.

Agradeço desde já a tua colaboração!

Professora *Maria José Quintas*

Dados pessoais do(a) investigador(a):

Turma: 8.º ____ N.º: ____ Idade: ____ Sexo: Feminino Masculino

Local de Residência: _____

Profissão do pai: _____ Profissão da mãe: _____



Escolhe uma das opções que se seguem.

	SIM	NÃO
Frequentaste o ensino pré-primário?		
Frequentas a disciplina de Educação Musical?		
Tocas algum instrumento musical?	Qual? _____	
Gostas de ler?	Tipos de leituras. _____ _____	



As minhas motivações e a avaliação que faço das sessões do Clube de CFQ

1. Como tiveste conhecimento da dinamização do Clube de Ciências Físico-Químicas?



2. O que te motivou para participares nas atividades do Clube de Ciências Físico-Químicas?



3. Indica o número de sessões em que participaste. _____



4. Em cada um dos parâmetros assinalados com o símbolo ☒, seleciona com uma cruz (X) uma das opções 1, 2, 3, 4, 5 ou 6.



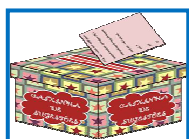
		1 	2	3	4	5	6 	
✓ Objetivos das sessões	Confusos							Muito claros
✓ Conteúdos programáticos das sessões	Inadequados							Totalmente adequados
✓ Sequência das atividades propostas	Pouco motivadora							Muito motivadora
✓ Importância das atividades desenvolvidas para a compreensão dos conteúdos abordados nas aulas de CFQ	Pouco importantes							Muito importante
✓ Relacionamento com os colegas	Gostei de trabalhar sozinho							Gosto do espírito colaborativo
✓ Equipamentos de laboratório	Insuficiente e pouco adequado							Totalmente adequados e eficazes
✓ Local de trabalho	Inadequado							Totalmente adequado
✓ Documentação de apoio	Pouco adequada							Totalmente adequada
✓ Recursos e meios de apoio <i>online</i> disponibilizados	Não foram disponibilizados/ pouco úteis							Foram disponibilizados e muito úteis



A intervenção da professora de CFQ


5. Em cada um dos parâmetros assinalados com o símbolo ☒, seleciona com uma cruz (X) uma das opções 1, 2, 3, 4, 5 ou 6.

		1	2	3	4	5	6	
✓ Domínio dos assuntos	Insuficiente							Muito Bom
✓ Maneira de ensinar	Pouco motivadora							Muito motivadora
✓ Dinâmica das sessões e empenho da professora	Pouco dinâmica							Muito dinâmica
✓ Relacionamento da professora com os participantes	Desmotivante							Muito motivante




As minhas sugestões...

6. Indica algumas **sugestões de temas** que gostarias de ter abordado no clube de CFQ. Dá uma fundamentação para a tua sugestão.

 _____

7. Indica algumas **sugestões de atividades** que gostavas de ter realizado no clube de CFQ. Dá uma fundamentação para a tua sugestão.

 _____

FIM

X - CRITÉRIOS DE CORREÇÃO DOS PRÉ E PÓS-TESTES



CRITÉRIOS GERAIS DE CLASSIFICAÇÃO

- ✓ Serão sujeitos a descontos, todos os erros relacionados com a incorreta utilização de terminologia científica e a ausência de justificação quando pedida.
- ✓ A classificação a atribuir a cada resposta resulta da aplicação dos critérios gerais e dos critérios específicos de classificação apresentados para cada item e terá a cotação máxima de 1 ponto, sendo que as respostas dos alunos serão categorizadas por níveis de desempenho (L) e indicadas nos critérios específicos de correção.
- ✓ As respostas ilegíveis/ que não possam ser claramente identificadas/ o aluno entra em contradição, serão classificadas com zero pontos.

❖ INTENS DE SELEÇÃO:

Escolha múltipla

- ✓ A cotação total do item só será atribuída às respostas que apresentem, de forma inequívoca, a única opção correta.
- ✓ Serão classificadas com zero pontos as respostas em que é assinalada:
 - uma opção incorreta.
 - mais do que uma opção.

❖ INTENS DE CONSTRUÇÃO:

Itens de resposta fechada curta

- ✓ As respostas corretas serão classificadas com a cotação total. As respostas incorretas serão classificadas com zero pontos.
- ✓ A classificação será atribuída de acordo com os elementos de resposta solicitados e apresentados.
- ✓ Caso a resposta contenha elementos que excedam o solicitado, só serão considerados para efeito de classificação os elementos que satisfaçam o que é pedido. Porém, se os elementos referidos revelarem contradição entre si, a classificação a atribuir será de zero pontos.

Itens de resposta aberta

- ✓ Os critérios de classificação dos itens de resposta aberta apresentam-se organizados por níveis de desempenho.
- ✓ Será atribuído o nível de desempenho "99" sempre que o aluno não responda.

CRITÉRIOS ESPECÍFICOS DE CLASSIFICAÇÃO

		Classificação (pontos)
PARTE I		
1. Opção 2		1 ponto
Opção 1		0 pontos
1.1.		
Nível	Descritor	
1	- No filme “ <i>Star Wars</i> ” não se deviam ouvir as grandes explosões nem os confrontos entre as naves, porque no espaço não há corpúsculos na atmosfera para vibrarem.	1 ponto
2	- Porque no espaço/ Lua não existe <u>gravidade</u>.	0 pontos
3	- Porque a <u>distância</u> entre a Terra e a Lua é <u>muito grande</u> ./ Porque o som não se propaga até à Terra./ Porque é no espaço e nós estamos na Terra e não ouvimos.	0 pontos
4	- Porque o filme retrata uma situação de <u>ficção</u> / no espaço não há guerras, nem explosões./ Porque não há propagação do som no espaço ./ No espaço não se consegue ouvir nada.	0 pontos
5	- Porque no Universo não há energia, nem <u>oxigénio</u> ./ Porque a atmosfera lunar não tem oxigénio ./ Porque para haver som é necessário que haja atmosfera e oxigénio.	0 pontos
6	- Devido aos diferentes gases que há no espaço e à <u>falta de elementos sólidos</u>	0 pontos
7	- Porque <u>primeiro vemos</u> e só <u>depois</u> é que <u>ouvimos</u> o som.	0 pontos
8	- <u>Há propagação</u> do som no espaço.	0 pontos

9	- Ouve-se o som e quanto maior o som, maior a explosão. / Ouvem-se as grandes explosões, porque o som é grande./ Ouve-se o som, porque se o filme se relaciona com guerras , é normal que haja estrondos e lutas entre os indivíduos./ Porque o som das explosões espalha-se por todo o espaço. Ouve-se porque as explosões fazem sempre <u>barulho</u>	0 pontos
10	- Ouve-se o som, pois na imensidão do Universo <u>há ar</u> ./ Ouve-se o som, pois o ar é muito “violento” e empurra tudo	0 pontos
11	- Ouve-se imenso, mas não sabemos o <u>dB</u>	0 pontos
12	- Ouve-se porque apesar de na <u>Lua não haver gravidade</u> , isso não influencia a propagação do som	0 pontos
99	- Não responde/ Não sabe.	0 pontos
2.	Opção 3	1 ponto
	Opções 1, 2, 4	0 pontos
3.	Opção 4	1 ponto
	Opções 1, 2, 3	0 pontos
4.	Opção 2	1 ponto
	Opção 1	0 pontos
4.1.		
Nível	Descritor	
1	- Na maior parte das vezes que nos encontramos na sala, o eco não é detetado, porque para que o ouvido humano consiga	

	perceber os dois sons (emitido e refletido), de maneira distinta, é necessário que estejam “ separados ” por um intervalo de tempo de pelo menos 0,1 segundos (17 metros)	1 ponto
2	- O som não se ouve ao mesmo tempo, porque a <u>velocidade do som</u> não é assim tão rápida./ Porque o som bate na parede e quando é refletido já demora mais ./ Porque se falarmos mais rápido, não há mais eco ./ Não se ouve o eco, porque o som bate muito depressa na parede e não se ouve ao mesmo tempo.	0 pontos
3	- Não se ouve o eco, porque a sala tem pouco espaço livre ./ Porque quanto mais vazia estiver a sala, maior é a intensidade do som ./ Não se consegue ouvir o eco, porque há vários objetos que absorvem completamente o som./ Não se consegue ouvir o som, porque este é “ abafado ” e dado que não existe na sala uma caixa de ressonância , este ouve-se ao mesmo tempo que é produzido.	0 pontos
4	- Não se ouve o som ao mesmo tempo que ele bate na parede, porque o som quando bate na parede, volta para trás ./ O eco ouve-se depois do indivíduo se calar e nessas condições, o eco “revela-se”./ Consegue-se ouvir o eco, porque o som bate na parede muito depressa e o som ouve-se ao mesmo tempo.	0 pontos
5	- O som não se ouve ao mesmo tempo, mas sim <u>passado milésimos de segundos</u> ./ Não se consegue ouvir o eco, porque o som bate na parede muito devagar e o som ouve-se passado alguns segundos.	0 pontos
6	- Não se consegue ouvir o eco, porque o som ouve-se com o ar . ..	0 pontos
7	- Depende do sítio onde estiver. Se falar alto , o meu colega ouve mais depressa do que mais longe.	0 pontos
8	- Não se consegue ouvir o eco se na sala estiver muito barulho./ Consegue-se ouvir o eco na sala de aula.	0 pontos
99	- Não responde/ não sabe.	0 pontos

5. Opção 2		1 ponto
Opção 1		0 pontos
5.1.		
Nível	Descritor	
1	Pedir um som mais alto , implica um som mais agudo , isto é, um som de maior frequência	1 ponto
2	- Na linguagem da Física pedir um som mais alto significa obter o mesmo som num volume inferior , ou seja, diminuir a intensidade do som . / - Na linguagem Física pedir um som mais alto implica obter o mesmo som num volume inferior , ou seja, aumentar a intensidade do som . / Na linguagem da Física, pedir um som mais alto significa querer o mesmo som num volume superior , ou seja, manter a intensidade do som. / Apenas na linguagem corrente é que pedir um som mais alto significa obter o mesmo som num volume superior , ou seja, aumentar a intensidade do som.	0 pontos
3	- Pedir um som mais alto significa “aumentar” o som . / Pedir o som mais alto é querer obter o som mais longe	0 pontos
4	-Pedir um som mais alto é querer obter o mesmo som, num volume superior , ou seja, um som mais agudo	0 pontos
5	- Aumentar a intensidade do som significa aumentar a “quantidade” e não o volume.	0 pontos
99	Não responde/ não sabe.	0 pontos

PARTE II

6.

Nível	Descritor	
1	- Quando falamos, o ar passa na abertura das nossas cordas vocais , fazendo com que estas vibrem e comuniquem essa mesma vibração aos corpúsculos do meio de propagação do som. Neste processo, os corpúsculos do ar aproximam-se e afastam-se sucessivamente, transferindo energia partícula a partícula, não havendo transporte de matéria	1 ponto 0,5 pontos
2	- O som propaga-se no ar (meio material)	
3	- Existe som porque o ar ao passar pelas cordas vocais faz com que elas vibrem , emitindo um som.	0,5 pontos 0,5 pontos
4	- O som sai como uma onda	
5	- As nossas cordas vocais transmitem um som , saindo pela boca na forma de ondas sonoras (circulares) , chegando ao recetor a vibração ./ O som propaga-se através de ondas circulares , fazendo com que os corpúsculos choquem ./ O som é emitido, sai da boca e propaga-se através de ondas circulares , com raio sucessivamente maior	0,5 pontos
6	- O som propaga-se através de meios elásticos , desde a pessoa que está a falar até ao ouvido da outra pessoa./ A fonte sonora emite um som, transmitido pelas cordas vocais, saindo pela boca e o recetor deteta o som, entrando pelos ouvidos, até chegar ao tímpano	0,5 pontos
7	- O som sai do emissor e bate nos corpúsculos, batendo nos que vêm a seguir, vibrando até chegar ao recetor ./ As partículas chocam e transferem energia , o que faz o som propagar-se	0,5 pontos
8	Os corpúsculos movimentam-se desde a fonte até ao ouvido, sendo que quando saem da fonte estão mais agitados e à medida que se vão afastando da fonte, movimentam-se menos.	0,5 pontos

9	- O som propaga-se devido à intensidade da voz de uma pessoa./ O som propaga-se por causa da intensidade e timbre ./ O som propaga-se, porque se espalha . Se quisermos que o som se espalhe mais, falamos mais alto , caso contrário, falamos mais baixo.	0 pontos
10	- O som propaga-se através das cordas vocais e da captação do som por parte dos ouvidos ./ O som sai das cordas vocais, onde o som é produzido e desta forma nós falamos./ O som propaga-se através das cordas vocais./ As nossas cordas vocais emitem sons, que ao sair da nossa boca, espalham-se por todo o lado ./ O som quando sai das cordas vocais fica mais forte.	0 pontos
11	- O som propaga-se devido ao eco ./ O som é refletido e vai para os ouvidos das pessoas./ As cordas vocais vibram emitindo sons que depois ao baterem num sólido, voltam e ouve-se	0 pontos
12	- O som propaga-se pelo oxigénio ./ O som propaga-se, pois há energia e oxigénio	0 pontos
13	- O som propaga-se através do espaço existente entre as partículas do ar	0 pontos
14	- Há propagação de som, porque o som se movimenta	0 pontos
15	- O som propaga-se através das palavras	0 pontos
99	Não responde/ não sabe.	0 pontos

7.

Nível	Descritor	
1	A onda sonora propaga-se desde a fonte até ao recetor sonoro (ouvido) através do fio esticado (meio de propagação)	1 ponto
2	- Neste exemplo, para o som se propagar temos uma fonte, meio de propagação e recetor	0,5 pontos
3	- Uma pessoa fala de um copo e a outra que está distante mete o	

	copo à beira do ouvido e ouve o que o outro está a dizer./ Com a força do fio e com o copo, o som entoa e corre pelo fio e dirige o som ao outro copo./ O fio permite a propagação do som e os copos não deixam que o som se afaste./ O fio serve para transportar o som e os copos fazem com que o som se propague com “ mais gravidade ”.	0,5 pontos
4	- O som é transmitido através do fio (vibrações) . / O som propaga-se facilmente pelo fio , uma vez que este se encontra no estado sólido (maior densidade corpuscular) ./ O som é transmitido através de vibrações dos corpúsculos da corda ./ Porque os corpúsculos do fio transferem energia	0,5 pontos
5	- Após a transmissão do som, o fio vibra , transmitindo o som até à outra extremidade do fio. Desta forma ouve-se o eco	0,5 pontos
6	- Uma pessoa fala para o copo e o som propaga-se através de ondas sonoras circulares , pelos corpúsculos do ar ./ Uma pessoa fala para o copo e o som propaga-se através de ondas sonoras circulares, que vibram	0,5 pontos
7	- Uma pessoa fala a partir do copo e liberta gases (corpúsculos), que vão atravessar a corda , chegando aos ouvidos da outra pessoa.	0,5 pontos
8	- O som propaga-se através do copo, pois o copo vibra e o som passa para o outro lado.	0,5 pontos
9	- Quanto maior o copo , maior é o som ./ O copo permite que o som “ aumente ”.	0 pontos
10	- Quando falamos o copo faz eco e com o outro copo conseguimos ouvir.	0 pontos
11	- O telefone de copos serve para comunicar, tal como acontece com os telemóveis./ O som passa de um lado ao outro ./ O brinquedo serve para conversarmos ao longe	0 pontos
12	- Conseguimos comunicar com este telefone de copos, devido ao ar ./ O som propaga-se diretamente para o recetor, sem se propagar no ar	0 pontos

99	- Não responde/ não sabe.	0 pontos
8.		
Nível	Descritor	
1	- O timbre é uma qualidade do som que permite distinguir sons com igual altura (frequência) e igual intensidade (amplitude).	1 ponto
2	- É o timbre	0,5 pontos
3	- É o timbre , pois os sons diferem na altura e na frequência ./ É o timbre , pois os sons apresentam igual frequência e altura	0,5 pontos
4	- É o timbre , pois <u>cada instrumento tem um timbre diferente</u>	0,5 pontos
5	- É o timbre do som e o <u>volume</u> que ele emite.	0,5 pontos
6	- É o timbre , porque são <u>sons que se conseguem ouvir</u>	0,5 pontos
7	- O som emitido não é igual porque um instrumento tem cordas e o outro não./ Os instrumentos musicais são feitos de materiais diferentes ./ A guitarra é um instrumento de cordas e o bombo de percussão	0 pontos
8	- Quando se bate com as baquetas na membrana do bombo , este emite um som " grosso ", que quanto à sua qualidade se classifica de grave ./ O som da guitarra é muito alto (grandes vibrações) e os bombos têm baixas frequências (som graves / baixos).	0 pontos
9	- Uns sons são mais graves e outros agudos e também diferem na intensidade ./ O som emitido depende da intensidade (o bombo emite um som mais forte)./ Os sons são inconfundíveis, porque têm a mesma qualidade e intensidade.	0 pontos
10	- Os <u>bombos</u> são fechados e fazem eco	0 pontos
11	- Porque tocam todos ao mesmo tempo e há uma mistura de sons	0 pontos
12	- A qualidade do som é péssima , pois só fazem barulho./ A	

	qualidade do som é <u>boa</u> , pois consegue-se ouvir bem.	0 pontos
13	- Diferem na <u>onda vibratória</u>	0 pontos
14	- Conseguimos distinguir por causa do <u>tímpano</u>	0 pontos
15	- A <u>guitarra é elétrica e tem notas</u> , ao contrário do bombo, que não é elétrico e nem tem notas.	0 pontos
16	- O <u>ar</u> , porque é ele o meio de propagação do bombo e o homem. ..	0 pontos
17	- Porque o som <u>propaga-se dentro do bombo</u>	0 pontos
18	- Conseguimos <u>distinguir o som do instrumento</u> musical, através do <u>som que emite</u>	0 pontos
19	- A qualidade do som depende da <u>velocidade</u> e da <u>força aplicada</u>	0 pontos
99	Não responde/ não sabe.	0 pontos

9.

Nível	Descritor	
1	- Descolagem do jato ; concerto de rock ; metro . Porque, para estas fontes sonoras, o nível de intensidade sonora indicado na tabela 1 é superior a 90 dB.	1 ponto (0,25X4)
2	- <u>Descolagem do jato</u> ; <u>concerto de rock</u> ; <u>metro</u>	0,75 pontos
3	- Descolagem do jato ; concerto de rock ; metro . Porque os <u>decibéis</u> são maiores do que 90 dB./ Descolagem do jato ; concerto de rock ; metro . Porque acima dos 90 dB é perigoso./ Descolagem do jato ; concerto de rock e metro , porque a <u>densidade</u> é maior do que 90 dB./ Descolagem do jato ; concerto de rock ; metro . Porque têm os <u>dB muito elevados</u>	0,75 pontos
4	- Descolagem de jato , concerto de rock e metro . Porque têm valores maiores ou iguais a <u>100</u>	0,75 pontos
5	- Descolagem do jato , concerto de rock e metro , porque são	

	<u>sons muito fortes (intensos)</u>	0,75 pontos
6	- Descolagem do jato ; concerto de rock ; metro ; pois como o som é muito alto e forte , pode causar-nos danos nos ouvidos./ Descolagem do jato ; concerto de rock e metro , pois são sons muito agudos	0,75 pontos
7	- Descolagem do jato ; concerto de rock ; metro ; conversa normal ; folhear . Porque o nível de intensidade sonora é maior do que 90 dB	0,75 pontos
8	- Descolagem do jato ; concerto de rock e metro , pois são sons de grande nível de intensidade sonora	0,75 pontos
9	- Descolagem do jato e concerto de rock , porque o nível sonoro é superior a 90 dB	0,75 pontos
10	- Descolagem de um jato e concerto de rock	0,5 pontos
11	- Descolagem de jato e concerto de rock , porque o som é mais alto/ a intensidade é superior ./ Descolagem do jato ; concerto de rock , porque apresentam um valor superior à intensidade que um humano pode ouvir./ As fontes sonoras que passam dos 100 dB, pois os nossos ouvidos são muito frágeis.	0,5 pontos
12	- Descolagem do jato ; concerto de rock , porque a partir dos 120 dB os humanos começam a sentir dor	0,5 pontos
13	- Descolagem de um jato	0,25 pontos
14	- Descolagem de um jato , pois o nível de intensidade sonora é superior./ Descolagem de um jato , porque exerce uma grande pressão no chão./ Descolagem de um jato , porque o nível de intensidade sonora é de 150./ A fonte sonora é a descolagem de um jato , porque tem mais intensidade sonora (dB muito elevado) ./ A descolagem de um jato , pois o som é muito forte e há a possibilidade de rebentar os nossos tímpanos./ A descolagem de um jato , porque é muito alto./ A descolagem de um jato , pois quanto maior é a intensidade pior é para o ouvido humano./ A descolagem de um jato , porque só suportamos 90 dB nos nossos tímpanos./ Descolagem de um jato , pois se ficarmos expostos durante muito tempo, poderemos ficar surdos./	

	Descolagem de um jato, pois já passou dos 120 dB ./ Descolagem de um jato, pois tem um ruído <u>muito forte</u> ./ Descolagem de um jato, pois o nível sonoro de 120 dB corresponde ao limiar superior de audição./ Descolagem de um jato, porque o ouvido humano só aguenta de 20 até 120 dB e o respetivo nível sonoro excede os 120 dB./ Descolagem de um jato, porque tem maior nível de densidade sonora (maior do que 90 dB).	0,25 pontos
15	- Descolagem de um jato, porque a partir dos <u>160 dB</u> ficamos <u>surdos</u>	0,25 pontos
16	- Descolagem de um jato, pois o nível sonoro de <u>120 Hz</u> corresponde ao limiar superior de audição.	0,25 pontos
17	- Todos menos o tráfego urbano.	0,25 pontos
18	- O <u>metro</u> , pois o som é <u>mais grave</u> e pode prejudicar a audição humana.	0,25 pontos
19	- <u>Concerto de rock</u> , pois o som é <u>maior</u>	0,25 pontos
20	- As <u>mais altas</u> , pois o nosso ouvido não está preparado para ouvir sons tão altos/ estes fazem muito barulho.	0 pontos
99	Não responde/ não sabe.	0 pontos
10.		
Nível	Descritor	
1	- Sim , é possível usar a voz para partir os vidros. O som emitido pela Mónica apresenta uma frequência de vibração próxima da frequência natural de vibração dos copos e como tal, aconteceu o fenómeno designado por ressonância.	1 ponto (0,5X2)
2	- Sim , porque como as <u>vibrações sonoras</u> emitidas pela Mónica são <u>diferentes</u> das vibrações do copo , este irá partir.	0,5 pontos

3	- <u>Sim</u> (explicação incorreta ou inexistente).	0,5 pontos
4	- <u>Não</u> (explicação incorreta ou inexistente).	0 pontos
5	- <u>Explicação incorreta.</u>	0 pontos
99	Não responde/ não sabe.	0 pontos

11.

Nível	Descritor	
1	- Os ouvidos dos cães são muito sensíveis a sons com frequências superiores a 20 000 Hz (ultrassons). / Porque os cães são sensíveis também a ultrassons e o homem só aos sons (audíveis).	1 ponto
2	- Porque os cães têm um sentido de audição <u>mais apurada.</u>	0,5 pontos
3	- Porque os cães têm um sentido de audição mais apurada, o que lhe permite ouvir sons mais <u>altos.</u> / Nós não conseguimos ouvir o som, porque este é demasiado <u>agudo.</u>	0,5 pontos
4	- Não se ouve o apito porque <u>não existe meio material.</u>	0 pontos
5	- Porque o som propaga-se <u>lentamente.</u>	0 pontos
6	- O som emitido pelos cães só é percebido pelos cães e como é muito <u>forte,</u> poderá fazer mal. / Porque o apito emite um som <u>especial,</u> que só eles é que ouvem. / Os cães têm um ouvido mais sensível a baixa <u>intensidade.</u> / Porque tem uma intensidade sonora fora dos nossos limites.	0 pontos
7	- Não conseguimos ouvir porque os humanos não têm capacidade de capturar <u>frequências tão baixas.</u> / Porque o apito emite <u>infrassons</u> e nós não temos a capacidade de detetar infrassons. ...	0 pontos
8	- Porque esses apitos têm um <u>nível sonoro acima dos 120 dB.</u> / Porque esses apitos têm um <u>nível sonoro elevado.</u> / Porque o nível de intensidade sonora do apito é menor que 20 dB. / Porque o nível de intensidade sonora do apito é menor que 60 dB. /	

	Porque o apito emite sons superiores a 20 000 dB ./ Porque os apitos emitem um som de baixo nível dB.	0 pontos
9	- É para os jogadores ouvirem de longe./ Não ouvimos porque não conseguimos defini-lo./ Porque o apito emite um som “estridente”./ Os treinadores usam esses apitos, porque é mais fácil do que gritarem	0 pontos
99	Não responde/ não sabe.	0 pontos

12.

Nível	Descritor	
1	- Os morcegos têm um sistema de ecolocalização que lhes permite orientar com precisão no escuro. Os ultrassons que emitem pela boca ou nariz alcançam os objetos, sendo posteriormente refletidos como ecos e voltam aos morcegos, que estimam a distância, com base no intervalo de tempo, entre a emissão e a reflexão.	1 ponto
2	- Porque o som bate na parede e é <u>refletido</u> e como os morcegos são sensíveis ao som, ficam a saber a localização do obstáculo. / O morcego emite vibrações da boca ou nariz , que são posteriormente refletidas pela sua presa. Quanto mais rápido for a reflexão, mais perto está a presa./ Os morcegos conseguem-se orientar no escuro, porque se eles ouvirem o eco é porque o objeto está a 17 metros ou mais ./ Este fenómeno físico deve-se ao eco e ao facto do som se propagar no vazio ./ O som dos gritos do morcego são projetados para os objetos, que são outra vez projetados para ele , fazendo com que eles se desviem dos objetos.	0,5 pontos
3	- Porque os morcegos emitem sons de <u>frequências muito altas</u> e permitem os outros ouvirem bem. Os morcegos têm também os tímpanos muito apurados	0,5 pontos
4	- Os morcegos emitem vibrações (ondas sonoras) para descobrirem o que está à sua frente./ Os morcegos guiam-se pelo	

	som.	0,5 pontos
5	- Porque os morcegos são uns mamíferos que ouvem até aos 120 000 Hz.	0 pontos
6	- Respostas que resultam da humanização (respostas dos humanos aos estímulos).	0 pontos
99	- Não responde/ não sabe.	0 pontos

13.

Nível	Descritor	
1	- Sim , porque os ouvidos do elefante são sensíveis aos sons emitidos pelo maremoto (infrassons , isto é, sons de frequência inferior a 20 Hz).	1 ponto
2	- Sim , porque os elefantes, através da vibração ue recebem nos pés , conseguem perceber a aproximação do maremoto.	0,5 pontos
3	- Sim , porque a frequência (Hz) do elefante é superior à do maremoto. / Sim , porque o espectro sonoro traduz valores de frequências. / Sim , porque os elefantes têm um intervalo de frequências maior , o que lhe permite ouvir o maremoto./ Sim , porque os sons dos elefantes são altos. / Sim , pois a frequência sonora dos elefantes é de aproximadamente 5 e a dos humanos de 20. / Sim , porque o som de um elefante é muito grave. / Sim , porque os elefantes conseguiram ouvir a partir dos 10 Hz. / Sim , porque os elefantes têm as orelhas grandes para ouvir sons de menor frequência.	0,5 pontos
4	- Sim , pois os elefantes pertencem aos infrassons. / Sim , porque o maremoto produz infrassons e os elefantes não.	0,5 pontos
5	- Sim , porque os elefantes ouvem ultrassons e por isso, conseguem ouvir sons muitos distantes.	0,5 pontos
6	- Sim , porque os elefantes sentiram as ondas sonoras a chegar. / Sim , porque o som produzido pelas ondas sonoras do maremoto	

	são menores que a audição humana.	
7	- Sim, porque um maremoto faz muito barulho ./ Sim, porque o maremoto emite um som forte (intenso) , perceptível pelo elefante./ Sim, porque conforme a intensidade do maremoto , mais produz som./ Sim, porque os elefantes ouvem sons a grande distância ./ Sim, porque eles têm uma amplitude sonora elevada.	0,5 pontos
8	- Sim, porque o seu nível sonoro consegue captar esses sons./ Sim, porque os elefantes têm um nível de intensidade elevado. ..	0,5 pontos
9	- Sim, os elefantes têm uma ótima audição ./ Sim, devido ao tamanho das orelhas do elefante ./ Sim, porque os elefante pressente o maremoto.	0,5 pontos
10	- Sim.	0,5 pontos
11	- Não , pois retrata uma situação impossível	0,5 pontos
12	- Não , porque o som emitido pelo maremoto encontra-se distante do elefante ./ Porque os animais conseguem ouvir sons emitidos a grande distância	0 pontos
13	- Não , porque a audição deles não é igual à nossa	0 pontos
14	- Não , porque os elefantes têm a mesma frequência que os humanos e se eles não ouvem , os humanos também não ./ Não, para os elefantes ouvirem a sua barra de frequências devia estar acima de todas as outras./ Os elefantes conseguem ouvir até os 10 000	0 pontos
15	- Porque os elefantes conseguem ouvir ondas sonoras com nível de dB baixo	0 pontos
16	- Não	0 pontos
99	- Não responde/ não sabe.	0 pontos
14.		0 pontos

Nível	Descritor	
1	- Quando a ambulância se aproxima, a onda sonora “comprime-se” e a frequência de vibração do ar será maior (som mais agudo)./ Porque quando a ambulância se afasta, o som é mais baixo./ - Porque quanto mais perto está a ambulância o som será mais agudo (alto) , que corresponde a um valor superior de frequência de vibração.	1 ponto
2	- Quando a ambulância se aproxima o som também se aproxima e vice-versa.	0,5 pontos
3	- O som modifica-se à medida que a distância à fonte sonora se altera.	0,5 pontos
4	- Porque quanto mais perto dos ouvidos, parece intenso o som (som forte)./ À medida que nos afastamos o som é grave , porque se fosse fininha não se conseguia ouvir com tanta facilidade	0 pontos
5	- O som propaga-se mais quando está longe ./ Quando estiver longe demora muito tempo a chegar aos nossos ouvidos e começa a perder as vibrações	0 pontos
6	- Explicação incorreta./ Sim./ Não	0 pontos
7	- A distância faz com que as ondas sonoras sejam mais largas .	0 pontos
99	Não responde/ não sabe.	0 pontos

15.

Nível	Descritor	
1	- Se soprarmos no topo de cada uma das garrafas, verificamos que o som emitido difere em função do nível de ar no seu interior. Quanto maior a quantidade de ar , menor a frequência de vibração e o som será mais grave	1 ponto
2	- Dependendo do volume de água , o som será mais agudo ou grave	

3	- Nas garrafas vazias os sons classificam-se de agudos e nas cheias de graves.	0,5 pontos
4	- Se o nível de água for diferente, o som emitido será diferente./ Quanto maior a quantidade de água no interior da garrafa, mais som será transmitido ./ Porque o som “movimenta-se” na água e o som é diferente, consoante a quantidade de água./ Se a garrafa estiver mais cheia de água o som será mais “grosso” e quanto menor o volume de líquido o som será mais “fino” ./ Quanto menos cheia de água estiver a garrafa, mais espaço o som terá para se propagar ./ Quanto maior for o volume do líquido, o som será menor	0 pontos
5	- O som difere mediante os espaços vazios no seu interior.	0 pontos
6	- Porque tem quantidades de água diferentes, a reflexão do som vai processar-se de forma diferente./ Porque a água impede a propagação das ondas sonoras , é como a sala de aula que é grande e ouve-se o eco ./ Quanto maior a quantidade de líquido , não irá deixar com que o som entoe	0 pontos
7	- Uma vez que o som não se propaga tão bem na água , por isso quando o volume de água é superior , menos se irá ouvir	0 pontos
8	- Porque o tipo de plástico de cada garrafa é diferente.	0 pontos
9	- Explicação incorreta . / Sim	0 pontos
99	- Não responde/ não sabe.	0 pontos
		0 pontos

FIM

